Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen aus dem Gebiete der Ascomyceten

von

Hugo Zukal.

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Mai 1889.)

Einleitung.

Die folgende Abhandlung enthält die Ausführung einer Arbeit, über die ich bereits in der „Vorläufigen Mittheilung über die Entwicklungsgeschichte des *Penicillium crustaceum* Lk. und einiger *Ascobolus*-Arten“[1] einen kurzen Bericht erstattet habe.

Während der Ausführung hat sich dieselbe allerdings weit über die ursprünglichen Grenzen hinaus erweitert. Denn es wurden, ausser den oben genannten, nicht nur mehrere andere Formen, sondern auch die Frage über Sexualität der Ascomyceten überhaupt in den Kreis der Untersuchung gezogen.

Bezüglich des letzteren Punktes suche ich den Nachweis zu liefern, dass die Sexualität bis jetzt noch bei keinem einzigen echten Ascomyceten vollkommen sichergestellt ist, gebe aber bereitwillig zu, dass mehrere wichtige Erscheinungen zu der Theorie der Sexualität geradezu hinleiten.

Zu diesen Erscheinungen rechne ich in erster Linie die entwicklungsgeschichtliche Thatsache, dass bei einem Theil der Ascomyceten z. B. bei *Erysiphe, Eurotium, Ascobolus, Pyronema* etc. der ascogone Apparat sehr früh entwickelt und unstreitig von einem Hüllgewebe umwachsen wird.

Indem ich im Folgenden zwischen den eigentlichen ascogonen Hyphen und dem Initialorgane streng unterscheide, suche

[1] Diese Sitzungsber. 96. Bd., 1. Abth., Nov. Heft 1887.

ich zu zeigen, dass der ascogone Hyphencomplex (im engeren Sinne) hauptsächlich als ein physiologischer Apparat anzusehen sei, in welchem Protoplasma und Nährstoffe für die Sporenschläuche vorbereitet und angehäuft werden. Auch bezüglich der Initialorgane behaupte ich Ähnliches, denn auch auf diese wirkt die physiologische Leistung formverändernd ein, was besonders dann deutlich wird, wenn zwei nahe verwandte Arten dennoch verschieden geformte Initialorgane besitzen, z. B. *Podosphaera* und *Erysiphe*, *Eurotium* und *Aspergillus* etc.

Ich suche ferner zu zeigen, wie in jenen wenigen Fällen, in denen die physiologische Leistung noch nicht formverändernd auf das Initialorgan gewirkt hat, die Gestalt desselben verhältnissmässig leicht aus phylogenetischen Beziehungen erklärt werden kann. In jüngster Zeit sind nämlich einige Formen entdeckt worden, welche den phylogenetischen Zusammenhang der Ascoboleen, resp. Pezizen mit den columellalosen Mucorinen in einem hohen Grade wahrscheinlich machen. Diese Formen sind: *Monascus* von Tieghem,[1] *Thelebolus Tode* (Zukal)[2] und *Ryparobius pachyascus* Zukal.[3]

Nachdem ich die Entwicklungsgeschichte der eben genannten Pilze miteinander verglichen hatte, gelangte ich zu dem Schlusse, dass der sogenannte Scolecit der Ascoboleen (und wahrscheinlich auch die Initialorgane von *Podosphaera* und einiger Arten von *Melanospora*) als Monascus-Träger, resp. Mucor-Träger angesprochen werden müssen.

Ganz anders wie die Pezizen verhält sich ein anderer Theil der Ascomyceten, zu dem auch die Tuberaceen, Dothideen und viele Perisporeen und Pyronomyceten gehören. Bei dieser Abtheilung der Ascomyceten bildet die Fruchtkörperwand keine sterile, vergängliche Hülle, sondern sie erscheint als ein modificirtes Mycel, als Thallus, aus dem je nach Umständen

---

[1] v. Tieghem, Monascus, genre nouveau de l'ordre des Ascomycetes. Bull. d. l. soc. bot. de France, T. VIe, Paris 1884.

[2] Zukal, (Thelebolus) Mykologische Untersuchungen. LI. Bd. d. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien 1885.

[3] Über den *Ryparobius parchyascus* bringt das 4. Capitel dieser Abhandlung nähere Mittheilungen.

Mikroconidien (in den Spermogonien), Makroconidien (in den Pycniden) oder Asci hervorgehen können. Diese letzteren, nämlich die Asci, entspriessen auch bei diesen Ascomyceten gewöhnlich besonders gestalteten Hyphen (Ascogonen); allein diese entspringen hier aus keinem distincten Initialorgane, sondern sie entstehen offenbar durch blosse Differenzirung aus den anderen Hyphen nach dem Princip der physiologischen Arbeitstheilung.

Wo die phylogenetische Wurzel dieses Theiles der Ascomyceten liegt, ist noch unklar. Doch deutet die vergleichende Entwicklungsgeschichte der hieher gehörigen Hauptformen, soweit dieselbe bekannt ist, darauf hin, dass dieser Theil der Ascomyceten wahrscheinlich aus einer sclerotien- und trüffelähnlichen Form hervorgegangen ist.

Ausser diesen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen enthält die nachfolgende Abhandlung auch noch einen Beitrag zu der Lehre von den Sclerotien. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei sehr verschiedenen Ascomyceten winzige, kaum 0·5 *mm* messende Körperchen vorkommen, welche trotz ihrer geringen Grösse doch alle wesentlichen Eigenschaften mit den typischen Sclerotien gemeinsam haben. Denn sie bilden, wie die echten Sclerotien, knollenähnliche Körper an einem fädigen Mycel, speichern Reservestoffe auf, gliedern sich nach vollendeter Ausbildung ab und entwickeln endlich, meist nach einem längeren Ruhezustande, auf Kosten der Reservestoffe Fruchtkörper oder Conidien. Ich habe diese Körperchen, die übrigens mit den typischen Sclerotien durch ganz allmälige Übergänge verbunden sind, Mikrosclerotien genannt, und füge hier noch hinzu, dass sich dieselben in morphologischer Beziehung als Hemmungsbildungen der Fruchtkörper erweisen.

Schliesslich erfülle ich nur eine angenehme Pflicht, wenn ich den Herren: Hofrath Ritter v. Kerner, Prof. J. Wiesner und dem Custos des kais. Hofmuseums Dr. G. Ritter v. Beck meinen wärmstens Dank für die Liberalität ausdrücke, mit der sie mir die Benützung der reichen Mittel ihrer Institute gestatteten.[1]

---

[1] Das 8. Heft der „Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie von Oscar Brefeld", in welchem er (wie im 4. Hefte) eine Art

I. Capitel.

Entwicklungsgeschichte einer neuen *Sordaria*.

(Taf. I, Fig. 11—21.)

Im Jahre 1886 beschäftigte ich mich mit der Cultur solcher Pilze, welche auf Papier und dem Rohmaterial desselben, also auf Flachs, Hanf, Baumwolle etc. vorkommen.

Bei dieser Untersuchung hatte ich Gelegenheit, eine neue *Sordaria*[1] zu beobachten, welche spontan in den mit Hanf beschickten Gefässen aufgetreten war. Die Diagnose dieses Pilzes, der von mir *Sordaria Wiesneri* genannt wurde, habe ich an einem anderen Orte[2] veröffentlicht. Hier sei nur bemerkt, dass derselbe in Bezug auf die Form der Schläuche und Grösse der Sporen den Sordarien *S. humana* und *Fermenti* Fuckel sehr nahe steht, sich von letzteren jedoch durch die auffallende zottige Bedeckung des Peritheciums unterscheidet. Zu der Verfolgung seiner Entwicklungsgeschichte wurde ich hauptsächlich durch die Beobachtung angeregt, dass die ejaculirten Sporen aussergewöhnlich leicht keimten.

Nachdem ich mich zu der genannten Arbeit entschlossen hatte, war meine erste Sorge auf die Beschaffung von reinem Sporenmaterial gerichtet. Dieses wurde in der bekannten Weise

---

von Zusammenfassung und eine allgemeine Übersicht seiner Anschauungen gibt, konnte ich nicht mehr berücksichtigen, weil zur Zeit seines Erscheinens meine Arbeit nahezu vollendet war. Ich befinde mich übrigens mit den dort entwickelten Anschauungen — insofern sich dieselben überhaupt auf die Ascomyceten beziehen — in keinem Widerspruch — wenigstens nicht „in re“; bezüglich des „in modo“ kann ich allerdings nicht dasselbe behaupten.

Auch halte ich die Exoasci nicht für eine selbstständige, von den übrigen Ascomyceten abzutrennende Ordnung, sondern glaube im Gegentheil, dass sie durch das Zwischenglied *Penicillium* auf das engste mit den Tuberaceen, resp. Perisporeen und den meisten anderen Pyrenomyceten verbunden sind.

[1] Ich gebrauche den Gattungsbegriff *Sordaria* in der von Winter gegebenen Begrenzung. Siehe Rabenhorst's Cryptogamen-Flora, „Die Pilze“, S. 169 der Anmerkung.

[2] H. Zukal, Über einige neue Ascomyceten. Verhandl. d. k. k. zool. bot. Gesellschaft in Wien, 1887.

gewonnen, indem ich über einige reife Perithecien Glasplatten befestigte und die ejaculirten Sporen in einem Tropfen Nährlösung (Hanffaserndecoct) auffing. Die so gewonnenen Sporen wurden dann mittelst der Verdünnungsmethode auf eine grössere Anzahl von Glasplatten vertheilt und schliesslich in feuchte Kammern gebracht, welche vorher sorgfältig mit Filtrirpapier ausgekleidet und mit Sublimat (1 : 1000) keimfrei gemacht worden waren. Dennoch gelang es nicht, von allen Culturtropfen die Bacterien fernzuhalten. Dieselben störten indessen, wie es sich glücklicherweise später herausstellte, den Entwicklungsprocess des Pilzes nicht im Mindesten. Die kurz elliptischen, beinahe kugeligen und etwa 18 μ messende Sporen keimten binnen 24 Stunden. Ein Anschwellen der Sporen vor der Keimung findet nicht statt. Das Heraustreten des Endospors erfolgt immer an einem der beiden Pole, wo sich an dem Epispor eine verdünnte Hautstelle vorfindet. Dabei bleibt die schwarzbraune Aussenhaut der Spore vollkommen intact, d. h. sie wird weder zersprengt noch sonst wie verändert und kann später noch lange als ein seitliches Anhängsel an dem Hauptfaden des Mycels beobachtet werden.

Der zarte, mit dichtem Protoplasma erfüllte Keimschlauch schwillt, sobald er den Keimporus passirt hat, zu einer kugeligen Blase an, die mitunter die Grösse der Spore erreicht. An dieser Keimblase bilden sich schon nach wenigen Stunden gewöhnlich zwei — selten drei — Vegetationspunkte, aus welchen alsbald, und zwar meist simultan zarte Schläuche hervorspriessen (Taf. I, Fig. 11 *a–e*). Letztere wachsen anfangs ziemlich gerade fort und machen erst später in einer Ebene schwache, schlangenartige Windungen. Die Verzweigung erfolgt im Allgemeinen nach dem monopodialen, racemösen Systeme. Dabei ist zu bemerken, dass die Sprosse anfangs bilateral und in basifugaler Folge hervorwachsen und sich dabei immer an die Glasplatte anschmiegen. Aufrecht stehende Äste werden auch später nicht gebildet und in Folge dessen kommt es auch nicht zur Anlage eines sogenannten Luftmycels. Die Fächerung durch Querwände erfolgt sehr frühzeitig, und zwar im Hauptfaden schon zu einem Zeitpunkte, wo noch kein Seitenast entwickelt ist. Die Nebenäste sind bedeutend dünner als die Hauptachse und zeigen auch wegen ihres fettreichen Inhaltes ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen (Taf. I, Fig. 12).

An diesem, im Ganzen ärmlich entwickelten, Mycel erscheinen schon am sechsten oder siebenten Tage nach der Aussaat die ersten Anlagen (Primordien) der Perithecien, und zwar häufig in den Astwinkeln. Dieselben besitzen ganz im Gegensatz zu der *Sordaria fimiseda* und *minuta*[1] kein distinctes Initialorgan und entstehen lediglich durch die Verflechtung einiger kurzer Mycelzweigchen, welche überdies häufig noch von verschiedenen Fäden entspringen. Auch der Verschlingungsmodus der Mycelzweigchen ist nicht in allen Anlagen vollkommen der gleiche. So wird z. B. häufig ein Stück des Hauptfadens mit in die Verschlingung einbezogen und bildet einen integrirenden Bestandtheil des Primordiums. Ebenso häufig entsteht jedoch die erste Anlage des Peritheciums ausschliesslich durch die Verschlingung von Seitenästchen. Zuweilen sieht man in der Fruchtanlage eine dicke Hyphe, welche verhältnismässig gerade verläuft, während die anderen Hyphen derselben Anlage die mannigfaltigsten Krümmungen zeigen. In anderen Fällen wieder sind alle bei der Verknäuelung betheiligten Hyphen in einer ganz gleichen Weise gekrümmt. (Taf. I, Fig. 13 und 14.)

Am meisten auffallend ist jedoch die Thatsache, dass die Primordien sogar in Bezug auf ihren Zellinhalt und in der Dicke der Zellhäute weit von einander abweichen. Einzelne Anlagen besitzen nämlich Hyphen mit so zarten Membranen und so wässerigem Inhalte, dass ihre Structur nur mit einem homogenen System, unter Zuhilfenahme des Abbé'schen Beleuchtungsapparates, studirt werden kann. Andere Anlagen dagegen erweisen sich als ziemlich auffallende und schon unter dem System 7 deutlich erkennbare Gebilde, weil sie aus derbwandigen Hyphen bestehen, die überdies noch mit einem dichten, glänzenden Protoplasma erfüllt sind.

Anfangs hielt ich die eben erwähnten zarten Perithecienanlagen mit dem wässerigen Zellinhalt für fehlgeschlagene, abnorme Bildungen, allein bald überzeugte ich mich, dass sich

---

[1] Siehe de Bary und Woronin, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze, III. Reihe, 1869—70.

Gilkinet, Recherches sur les Pyrenomycetes *(Sordaria)*. Bull. Acad. Belg. 1874.

dieselben ebenso gut weiter entwickeln, wie die derberen Primordien, und der Unterschied zwischen beiden Formen nur in der früheren oder späteren Erfüllung mit plastischen Stoffen liege. Aus dem Gesagten erhellt, dass die Primordien unserer *Sordaria* sowohl in Bezug auf die Grösse, Form und den Inhalt der Hyphen, als auch bezüglich des Modus der Verknäuelung weit von einander abweichen können. Alle stimmen aber in dem Hauptpunkt überein, dass sie nicht aus einem distincten Initialorgan, sondern lediglich aus der Verschlingung mehrerer (und wie es scheint) gleichwerthiger Hyphen hervorgehen.

In der ferneren Entwicklung des Primordiums kann man deutlich drei Phasen unterscheiden.

Während der ersten Entwicklungsphase wird ein solider, sphärischer, pseudoparenchymatischer Zellkörper gebildet, während der zweiten ein Hohlkegel, in der dritten das Schlauchsystem. Der sphärische Hyphenkörper der ersten Phase entsteht theils durch Neubildung von Seitenästchen, welche sich entweder zwischen die Hyphen des primären Knäuels drängen und diese ausfüllen oder sich aussen anlegen und so das Volumen des sphärischen Zellkörpers vergrössern, theils durch reichliche, von aussen nach innen vorschreitende Querfächerung der Hyphen, theils durch nachträgliche Streckung und wohl auch Verdickung der einzelnen Zellen. Die Verdickung bezieht sich ausschliesslich auf die Zellen der Aussenschichten und ist stets mit einer Bräunung der Membranen verbunden. Dadurch wird der Hyphenkörper vollkommen undurchsichtig und auch das Studium seiner inneren Structur sehr erschwert. Um so besser tritt das äussere Detail hervor. In diesem Entwicklungsstadium haben die jungen Perithecien die Form eines Brotlaibes, messen etwa 60—100 μ und sitzen dem farblosen, primären Mycel noch unmittelbar auf. Die Hyphen der gebräunten Aussenschicht schliessen in den mannigfaltigsten Windungen lückenlos aneinander, bilden indessen, trotz der reichlichen Septirung, kein ausgesprochenes Pseudoparenchym, weil die Structur der einzelnen Hyphen auf lange Strecken hin noch zu deutlich ausgeprägt ist. An den unteren Theilen der Fruchtkörperanlage bemerkt man einzelne, bräun-

liche Hyphen, welche im Ganzen radial verlaufen und aus einzelnen, basal gelegenen, Rindenzellen des jungen Peritheciums ihren Ursprung nehmen. Sie stellen die ersten Anfänge eines secundären Mycels vor, welches gerade bei dieser Species später zu einer grossen Entfaltung gelangt. Da, wie schon erwähnt, die dicken und gebräunten Hyphen der Rinde keinen Einblick in das Innere gestatten, und da sich ausserdem die gewöhnlichen Aufhellungsmittel (heisses Glycerin, Salpetersäure und Kaliumchlorat, Carbolsäure etc.) als unzulänglich erwiesen, so versuchte ich durch das Zerlegen der jungen Perithecien in Schnitte einen Einblick in ihren inneren Bau zu gewinnen. Zu diesem Ende wurden zahlreiche Fruchtkörperanlagen zuerst mit absolutem Alkohol behandelt und dann in Collodium eingebettet. Dieses Einbettungsmittel bewährt sich vortrefflich, weil es sich beim Erstarren fast gar nicht contrahirt und dennoch die eingebetteten Körperchen fest genug umschliesst, um einen sicheren Schnitt zu ermöglichen. Durch die zahlreichen, auf diese Weise gewonnenen Schnitte erlangte ich auch einen Einblick in die innere Structur der jungen Fruchtkörper. Ein gut geführter Meridianschnitt, d. h. ein solcher, der durch die beiden Pole und zugleich durch den Mittelpunkt des sphärischen Zellkörpers geht, zeigt nämlich einen elliptischen Umriss und auf der Schnittfläche ein nahezu lückenloses, pseudoparenchymatisches Zellgewebe, an welchem man auf den ersten Blick einen braunen Rand und ein zartes, farbloses Mark unterscheiden kann. Die Rinde wird aus zwei Lagen gebräunter und verdickter Zellen gebildet. Dann folgt nach innen zu eine Zellschichte, welche aus vier bis fünf Lagen besteht, deren Zellen wohl etwas verdickte, aber ungefärbte Wände besitzen. Die Zellen der Mitte endlich zeigen die zartesten Membranen. Die Form und Grösse der einzelnen Zellelemente ist sehr verschieden, im Allgemeinen isodiametrisch — seltener länglich. Ausserdem ist zu bemerken, dass die Zellen in der Mitte des Schnittes durch ihren wässerigen Inhalt auffallen. Dasselbe gilt nahezu für die Zellen der äussersten Rinde. Dagegen erscheinen die 4—5 Zelllagen unmittelbar unter der Rinde am reichlichsten mit plastischen Stoffen erfüllt. Von diesen Verhältnissen überzeugt man sich am besten durch vorsichtige Färbung der Schnitte mit schwachen Lösungen von Gentianaviolett oder Methylblau. Jod und Chlor-

zinkjod färbt die Zellen der Mittelschicht dunkelroth bis bräunlich, jene der Rinde und des Centrums nur goldgelb. Schwefelsäure und Jod ruft in den Membranen niemals Blaufärbung, sondern immer nur einen gelben und röthlichen Farbenton hervor (Taf. I, Fig. 15, 16, 17).

Während der zweiten Entwicklungsphase erleidet das Perithecium grosse innere und äussere Veränderungen. Die letzteren bestehen — wenn man von der Ausbildung des Haarkleides absieht — in einer sehr bedeutenden Vergrösserung des Fruchtkörpers, sowie in einer totalen Umwandlung seiner äusseren Form, indem er nach und nach die Brotlaibform verliert und dafür die Gestalt eines kurzen, oben abgerundeten Kegels annimmt. Am stärksten ist das Wachsthum in den peripherischen Schichten, namentlich in der Rinde, und es äussert sich hier hauptsächlich in einer lebhaften Querfächerung und nachträglichen Streckung der Zellen. Doch schieben sich auch vereinzelte Hyphenzweige aus den unteren Zellschichten nach aussen und füllen die durch das Wachsthum etwa entstandenen Lücken schnell wieder aus. Zuletzt erhalten die einzelnen Zellen des Rindenpseudoparenchyms, wahrscheinlich in Folge der ungleichmässigen Streckung, eine Form, welche sehr an die ausgebuchteten Steine eines Geduldspieles erinnert.

Während die Perithecien die geschilderten Gestalt- und Grössenveränderungen erleiden, erfolgt auch die Entwicklung ihrer eigenthümlichen Haarbekleidung. Dieselbe beginnt — wie bereits erwähnt wurde — schon in der ersten Phase, und zwar an dem basalen Theile der Fruchtanlage. Indem die dort entwickelten rhizoidalen Hyphen bedeutend in die Länge wachsen und sich dabei reichlich verzweigen, entsteht ein neues, ein secundäres Mycel. Die Hyphen desselben unterscheiden sich von denen des primären Mycels durch dickere Membranen, durch lange, inhaltsarme, kleinlumige Zellen, sowie durch einen mehr geradlinigen Verlauf. Mit der Ausbildung dieses secundären Mycels an der Basis der Perithecien ist jedoch die Trichombildung bei unserer Species noch lange nicht erschöpft. Denn nun beginnt erst die Aussprossung der höher gelegenen Rindenzellen, durch welche nach und nach das ganze Perithecium (mit Ausnahme des Halses) mit einem dichten, weisslichen Filz bekleidet

wird. (Taf. I, Fig. 18.) Die einzelnen Hyphen dieses Filzes gleichen, was die Form der Zellen, Dicke der Wände etc. anbelangt, sehr denen des secundären Mycels, nur sind sie kürzer, schwächer verzweigt und meistens mit Luft erfüllt. Sie gehen nach unten zu allmälig in die Hyphen des secundären Mycels über. Wenn sich mehrere Perithecien dicht neben einander entwickeln, so verschmelzen die filzigen Überzüge der einzelnen Fruchtkörper mit einander und es entsteht ein gemeinschaftliches, lockeres, weissliches, myceales Stroma, aus dem nur hie und da die schwarzen Perithecienhälse hervorragen.

Neben den geschilderten Wachsthumsvorgängen, die sich auf das Äussere der Fruchtkörper bezogen, spielen sich noch andere ab, die zu wichtigen Differenzirungen im Innern führen. Die letzteren werden durch einen Degenerationsprocess eingeleitet, welcher binnen zwei Tagen den ganzen, in die Mitte des Peritheciums gelegenen Zellcomplex zerstört und in eine formlose Gallerte verwandelt.

Dadurch entsteht im Innern des Fruchtkörpers eine fast kugelige Höhlung, welche sich später nach oben hin flaschenförmig verjüngt und gangartig bis tief in den Hals erstreckt. Die Höhlung wird übrigens, kaum angelegt, alsbald wieder durch die aus den Boden- und den Seitenwänden hervorsprossenden Nucleo-, beziehungsweise Periphysen geschlossen. Gleichzeitig mit letzteren sprossen auch einzelne, in der Perithecienbasis gelegene, Zellen aus und zwar dergestalt, dass jede Zelle nur einen Spross bildet.

Die neu gebildeten Hyphen wachsen unter schlangenartigen Windungen rasch in die Länge, schwellen dabei bedeutend an und erfüllen sich reichlichst mit plastischen Stoffen. Bei unserer Species sind diese Hyphen besonders auffallend, weil neben den übrigen plastischen Stoffen auch noch ein orangerothes, fettes Öl enthalten. Ähnliche Hyphen kommen (obgleich nicht bei allen), so doch bei vielen Ascomyceten vor, besonders deutlich bei den grossen Pezizen, Schüsselflechten, Morcheln etc. Da aus diesen Hyphen später die Asci hervorgehen, so werden sie gewöhnlich als „*Ascogone*“ bezeichnet. Doch verstehen nicht alle Autoren unter diesem Ausdruck dasselbe. De Bary z. B., der den genannten Terminus zuerst in die Wissenschaft eingeführt

hat,[1] versteht unter „*Ascogon*“ eine aus dem *Archicarp* hervorgehende *Asci*-bildende Hyphe; Stahl[2] dagegen nennt den untersten Theil seines Befruchtungsapparates *Ascogon*, den oberen *Trichogyne*. Oltmanns[3] gebraucht den Ausdruck *Ascogon* als vollkommen gleichwerthig mit *Carpogon* und *Archicarp*. Fünfstück[4] endlich versteht unter *Ascogon* eine dicke, unmittelbar unter dem Hymenium im Hypothecium gelegene Hyphe, aus der unmittelbar die Asci hervorgehen und denkt sich dieselbe (in den von ihm untersuchten Fällen) ausserhalb jeden Zusammenhanges mit irgend einem Initialorgan. Doch auch er betont den morphologischen Charakter dieses Organes (besser Hyphencomplexes), indem er wiederholt auf den Gegensatz zwischen dem ascen- und paraphysenbildenden Gewebe aufmerksam macht.

Ich selbst bin dagegen, obwohl ich sonst unter *Ascogon* dasselbe verstehe, wie Fünfstück, durch die Würdigung verschiedener Thatsachen dahin gelangt, in den ascogonen Hyphen in erster Linie einen physiologischen Apparat zu sehen, der hauptsächlich zur Bereitung und Aufstapelung von Protoplasma und Nährmaterial für die Asci und Sporen dient. Die Thatsachen aber, welche mich zu der eben ausgesprochenen Ansicht führten, sind folgende: Vor Allem muss constatirt werden, dass die Asci nicht immer direct aus den ascogonen Hyphen entspringen. So schiebt sich z. B., wie Oltmanns[5] gezeigt hat, bei *Chaetomium Kunzeanum* Zopf. zwischen die Asci und die ascogonen Zellcomplexe eine zarte, paraphysenartige, senkrecht aufgerichtete Hyphe („das Stäbchen“) ein, aus welch' letzterem erst die Asci als Seitenäste entspringen. Vom rein morphologischen Standpunkte aus verdienen

---

[1] De Bary, *Eurotium, Erisype, Cicinnobalus*. Nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Ascomyceten. Abhandl. d. Senckenbergischen Gesellschaft, 7. Band, S. 390, 1869—70.

[2] G. Stahl, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. I, Leipzig 1877.

[3] F. Oltmanns, Über die Entwicklung der Perithecien in der Gattung *Chaetomium*. Botanische Zeitung 1887.

[4] M. Fünfstück, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lichenen. Berlin 1884.

[5] In der eben citirten Abhandlung.

hier die Stäbchen eigentlich den Namen „Ascogone", weil aus ihnen die Hyphen direct entspringen, und nicht die grossen, mit plastischen Stoffen erfüllten Mutterzellen der Stäbchen. Eine solche Bezeichnung wäre aber, meiner Ansicht nach, gegen alle Analogie. An diesen extremen Fall schliessen sich andere Fälle an, welche zwar minder auffallend sind, nichtsdestoweniger aber dieselbe Thatsache vor die Augen führen.

Ich meine jene zahlreichen Fälle,[1] wo die Ascogone in solcher Menge entwickelt werden, dass sie eine dicke Schichte bilden. Bei diesen Formen kann man sich nun leicht überzeugen, dass die Asci nur aus der obersten (innersten) Lage der ascogonen Hyphenschicht gebildet werden, dass dagegen die tiefer liegenden Hyphen derselben Schicht keine Asci produciren, sondern nur Nährstoffe zuleiten. Wollte man in dem gegebenen Falle den rein morphologischen Standpunkt festhalten, so müsste man die Hyphen der innersten Lage als Ascogone ansprechen, die der anderen Lagen nicht, obschon sämmtliche Hyphen der ganzen Schicht augenscheinlich vollkommen gleichwerthig sind. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich, wenn wir gewisse Formen von *Nectria* und *Hypomices*[2] ins Auge fassen, bei denen die Sporenschläuche aus einem mehrschichtigen, pseudoparenchymatischen, mit plastischen Stoffen erfülltem Gewebepolster hervorgehen. Wenn man ferner bedenkt, dass in einer ungeheueren Mehrheit der Fälle die Ascogone in keinem Zusammenhang mit einem Initialorgan stehen, dass sie dagegen immer um so auffallender und reicher auftreten, je grösser später der Verbrauch an Nährstoffen (durch die Asci) ist, so wird man zugestehen, dass der physiologische Charakter dieses Hyphensystems bei weitem klarer in die Erscheinung tritt, als der morphologische. Es wird sich auch im Verlaufe dieser Abhandlung zeigen, wie nützlich diese Auffassung für das theoretische Verständnis einer ganzen Reihe von Erscheinungen ist.

---

[1] Bei den grossen Pezizen, *Ascobolus*-Arten, Morcheln, Sordarien, Flechtenapothecien etc.

[2] Z. B. bei *Hypomyces rosellus* (Alb. et Schalli). Siehe H. Zukal, Mycologische Untersuchungen, Wien, 1885. (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. LI. Bd.)

Denn wer einmal darauf vorbereitet ist, dass in dem Fruchtkörper eines Ascomyceten distincte Hyphen auftreten, in denen Protoplasma und Reservestoffe aufgehäuft werden, wird auch nicht erstaunen, wenn sich diese Hyphen etwas früher wie gewöhnlich bilden, oder, wenn sie statt in der Form eines Ascogons etwa in der Gestalt einer Woronin'schen Hyphe vorkommen, oder sich durch Fächerung in ein Pseudoparenchym verwandeln.

Nach dieser Abschweifung, die jedoch behufs Vermeidung von Missverständnissen nicht umgangen werden konnte, kehren wir wieder zu unserem ursprünglichen Thema zurück. Es wurde schon oben erwähnt, dass bei unserer *Sordaria* das ascogone Hyphensystem in einer besonders deutlichen Weise zur Entwicklung gelangt. Diese Deutlichkeit wird nicht nur durch die röthliche Färbung, sondern auch durch die Masse der entwickelten Hyphen bewirkt. Dieselben werden nämlich in so grosser Menge gebildet, dass sie bald in dem basalen Raum des Peritheciums keinen Platz mehr finden und genöthigt sind, an der inneren Wand desselben in die Höhe zu steigen. Das daselbst vorhandene lockere Zellgewebe muss bei diesem Vorgang natürlich verdrängt werden. Doch scheint das zarte, ursprüngliche Pseudoparenchym den emporwachsenden Ascogonen fast gar keinen Widerstand entgegenzusetzen. Mit der endgiltigen Ausbildung der ascogonen Hyphen und mit der Füllung derselben mit Nährstoffen ist die zweite Phase in der Entwicklung des Peritheciums beendet. (Vergleiche Taf. IV, Fig. 24.)

In der dritten und letzten Phase erreicht der Fruchtkörper unseres Pilzes seine vollständige Reife. Sie beginnt mit der Anlage der Asci und endigt mit der Sporenejaculation. Während dieser Zeit, welche 14 und mehr Tage einschliessen kann, wächst der Fruchtkörper langsam weiter und erreicht zuletzt eine Grösse von nahezu 2 *mm*. Die äusseren Veränderungen, welche er dabei erleidet, sind ziemlich geringfügig und beschränken sich auf eine Verdichtung des Trichomes und auf eine Zuspitzung und dunkle Verfärbung des Halses. Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken dass sich der Halstheil unserer *Sordaria* als sehr lichtempfindlich, und zwar als positiv heliotropisch erweist, indem er bei einseitiger

Beleuchtung das Ostiolum immer der Lichtquelle zuwendet, wodurch, bei längerer Dauer der einseitigen Beleuchtung, ganz ähnliche Krümmungen entstehen, wie sie von Woronin[1] für die *Sordaria fimiseda* De Not. beschrieben worden sind.

Bei weitem grössere Veränderungen als aussen erleidet das Perithecium während der dritten Phase in seinem Innern. Die bedeutsamste derselben ist wohl die Anlage der Sporenschläuche. Letztere entstehen, wie man sich durch (nicht zu dünne) Schnitte und durch nachträgliche Färbung derselben mit Alkannatinctur überzeugen kann, als directe Seitensprosse der ascogonen Hyphen, aber nur der innersten Lage derselben. (Vergleiche Taf. IV, Fig. 27.) Die ersten Asci entstehen gewöhnlich in der mittleren Region der Fruchtkörperbasis, und zwar bei Individuen mit geradem Halse, gegenüber diesem. Später participiren auch die innersten Äste der höheren und mehr seitlich gelegenen Theile des ascogonen Hyphensystemes an der Schlauchproduction. Der junge *Ascus* hat ganz das Aussehen eines gewöhnlichen Seitenzweiges und bekommt erst später eine keulenförmige, dann cylindrische Form. Sowie die ersten Asci aufgerichtet werden, wandert auch schon das Protoplasma und sonstige Nährmaterial, namentlich das orangerothe Öl, aus den ascogonen Hyphen in die Schläuche. Da jeder einzelne Ascus eine ziemlich bedeutende Menge von plastischen Stoffen aufnimmt und die Production der Schläuche lange fortdauert, so wird zuletzt der ganze ascogone Hyphencomplex nahezu entleert. Auf dieser Stufe der Entwicklung erscheinen die Ascogone nur von einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt und so reichlich von Querwänden durchsetzt, dass sie in isodiametrische Zellen zerfallen, welche nur noch mühsam von den übrigen Zellen des Pseudoparenchyms der Perithecienbasis oder Wand unterschieden werden können.

Hier ist wohl auch der Ort zu erwähnen, dass zur Zeit der Ascenbildung die Nucleophysen verschleimen und dass dann die innere Höhlung des Peritheciums einzig und allein von den Schläuchen erfüllt wird, da eigentliche Paraphysen fehlen.

Die Anlage der Sporen erfolgt in jedem einzelnen *Ascus* schon zu einer Zeit, wo er noch lange nicht seine definitive

[1] Woronin, *Sordaria fimiseda* D. Ntrs. Abhandl. d. Senckenbergischen nat. Gesellschaft. Frankfurt 1869—70.

Grösse und Form erlangt hat. An solchen ganz jungen Schläuchen sieht man — soweit der trübe, fettreiche Inhalt überhaupt einen Einblick gestattet — wie sich das Protoplasma durch Einschnürung zuerst in zwei, dann in vier, endlich in acht Portionen theilt, welche sich bald abrunden und mit einem feinen Häutchen umgeben. Wahrscheinlich beruht diese Sonderung des Zellinhaltes in acht Portionen auf der Bildung von acht Zellkernen, die durch successive Zweitheilung aus einem primären Kern hervorgegangen sind, wie dies von Strasburger[1] und Schmitz[2] in anderen Fällen nachgewiesen wurde.

Behandelt man einen jungen *Ascus*, dessen Sporen noch nicht cuticularisirt sind, mit wässeriger Jodlösung, so färben sich die Sporen selbst gelb, gewisse Theile des übrigen Inhaltes jedoch — hauptsächlich in der Nähe der Sporen, des Ascusscheitels und des Schlauchstieles — rothbraun. An den erwähnten Stellen ist also Glycogen-hältiges Protoplasma vorhanden und ich glaube mit Zopf[3], dass diese Epiplasmastränge und Platten sowohl zur Verkettung der Sporen untereinander, als auch zur Befestigung des ganzen Sporenbündels an den Ascusscheitel dienen. Es ist diese Annahme um so wahrscheinlicher, da auch im Ascusscheitel die von Zopf beschriebene Ringfalte ausgebildet wird (Taf. I, Fig. 20 und 21) und die erwähnten Epiplasmastränge noch im reifen Schlauche nachgewiesen werden können.

Neben der Sporen- und Epiplasmabildung spinnen sich im Inhalte des *Ascus* noch andere Vorgänge ab. So verschwindet z. B. das röthliche Fett nach und nach fast ganz, dafür treten quellbare, gallertige Massen auf, welche sich hauptsächlich um die Sporen herum ablagern. Über die Provenienz dieser quellbaren Materie könnte man verschiedener Ansicht sein. Man kann sich nämlich vorstellen, dass die genannte Masse durch Vergallertung der äussersten Sporenmembranschichten entstehe. Diese

---

[1] Strasburger, Zellbildung und Zelltheilung. 3. Auflage 1880.

[2] F. Schmitz, Über die Zellkerne der Thallophyten, in den Sitzungsberichten d. Niederrhein. Gesellschaft. 1879.

[3] W. Zopf, Zur Kenntniss der anatomischen Anpassung der Pilzfrüchte an die Function der Sporenentleerung. 1, Halle a. S. 1884.

Ansicht wird durch den Umstand gestützt, dass sie sich thatsächlich wie eine Zellmembran verhält, da sie durch wasserentziehende Mittel zur Contraction und durch wasserzuführende Reagentien zur Quellung gebracht wird. Man kann sich aber auch vorstellen, dass die gallertigen Massen in dem *Ascus* durch blosse Differenzirung seines Inhaltes entstehen (also nicht aus den Sporenhäuten) und dann um die Sporen herum abgelagert werden. Ich speciell neige mich der letzteren Alternative zu, weil ich glaube, dass man einen solchen Vergallertungsprocess der Sporenhäute, wie er nach der ersten Annahme stattfinden soll, doch sehen müsste und verfolgen könnte. Das ist aber nicht der Fall. Ich halte es deshalb für wahrscheinlich, dass die Gallerte in dem Sporenschlauche auf dieselbe Weise entsteht, wie das Epiplasma, nämlich durch Differenzirung des Schlauchinhaltes. Sollte sich diese Annahme als richtig erweisen, dann wäre auch der Unterschied zwischen den Gallertenmassen der Sporenschläuche und der „Zwischensubstanz" der Mucorineen bei weitem nicht so gross, als dies gewöhnlich angenommen wird, eine Ansicht — welche übrigens bereits von Brefeld im vierten Hefte seiner Schimmelpilze ausgesprochen und begründet worden ist.

Sobald sich die eben geschilderten Vorgänge im Innern des *Ascus* abgespielt haben, beginnt die Cuticularisirung der Sporenhäute. Dieselben erscheinen zuerst gelb, dann grün, zuletzt werden sie schwarz und zugleich vollkommen undurchsichtig. Die Verlängerung des reifen Sporenschlauches, sein Eindringen in den Halstheil des Peritheciums und die Ejaculation erfolgt ganz nach dem von Zopf[1] für *Sordaria* ermittelten Modus. Ich kann daher bezüglich dieser Vorgänge auf die angezogene Abhandlung verweisen. Im Folgenden will ich nur einiges Detail anführen, welches unsere Species insbesondere berührt. So ist mir z. B. aufgefallen, dass einzelne, aus dem Fruchtkörper hinausgequetschte Asci noch auf dem Objectträger ihre Sporen hinausschleuderten. Vor der Ejaculation streckten sich die bezüglichen Schläuche so bedeutend und so schnell in die Länge, dass die Vergrösserung schon mit dem System N. 5 (Reichard) deutlich und bequem verfolgt werden konnte.

---

[1] Siehe die eben citirte Abhandlung.

Von dem Beginn der Streckung bis zur Sporenentleerung verflossen kaum zwei Minuten. Diese Zeitdauer ist auffallend, weil sie von den bisherigen Angaben bedeutend abweicht. Nach de Bary[1] z. B. brauchte der Schlauch einer kleinen *Sordaria* zur Durchwanderung des ganzen Halses etwa acht Stunden, bei *Sordaria minuta* etwas weniger. Zopf[2] gibt dagegen an, dass die Frist, innerhalb deren die Ejaculation je eines Schlauches (vom Beginn der Streckung an gerechnet) erfolgt, etwa eine halbe Stunde beträgt. Wie man sieht, divergiren diese Angaben mit meiner Beobachtung ganz bedeutend. Ich erkläre mir dies durch die Annahme, dass in einem älteren Fruchtkörper zuweilen mehrere, vollkommen reife Asci vorhanden sind, welche bei hinzutretendem Wasser unter bedeutender, rascher Quellung der Inhaltsmassen sofort ejaculiren. Die oben citirten Autoren haben eben das Wachsthum des Schlauches, ich selbst nur Quellungs- und Streckungserscheinungen eines bereits vollkommen reifen *Ascus* beobachtet. Doch muss ich bemerken, dass die Erscheinungen auf dem Objectträger vollkommen normaler Natur waren und ganz denen glichen, welche die Schläuche im Perithecium unter gewöhnlichen Umständen zeigten.

Die Zeitdauer, während welcher in einem Perithecium die Schlauchbildung im Gange bleibt, schwankt bei unserer Species in ziemlich weiten Grenzen; sie kann bei schwächlichen Individuen etwa zwei Tage betragen, sie kann aber auch 14 Tage und darüber umspannen. Während dieser Zeit verändert sich das Äussere des Fruchtkörpers nur wenig, der Hals wird nämlich etwas länger und spitzer und das Haarkleid etwas dichter. (Taf. I, Fig. 19.) Ich hebe diesen Umstand hier ausdrücklich hervor, weil sich andere Species der Gattung *Sordaria* bezüglich dieses Punktes abweichend verhalten. Bei *Sordaria setosa* Winter z. B. entwickeln sich die langen, steifen Borstenhaare, in der Umgebung des Ostiolums, erst gegen das Ende der Ejaculationsperiode. Etwas Ähnliches beobachtete ich bezüglich der Härchen des Peritheciums bei *Netriella Rousseliana* (Mont). An dieser Stelle will

---

[1] De Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884, S. 98.

[2] Siehe Anmerkung S. 15, Nr. 3.

ich noch einer Abnormität erwähnen, die mir in mehr als einer Hinsicht interessant zu sein scheint.

Ich beobachtete dieselbe in einer zweiten Cultur desselben Pilzes während des Winters. Die Sporen keimten auch bei diesem Versuche ganz in derselben Weise, wie in der ersten Cultur. Es entwickelte sich auch ein ganz normales Mycel. Plötzlich stand jedoch auf allen Punkten das Längenwachsthum des letzteren still. Statt dessen verdickten sich die Membranen der Hyphen beträchtlich und färbten sich endlich bräunlich. Gleichzeitig veränderte sich auch der Inhalt der Hyphen. Die Zellen schieden nämlich eine grosse Menge Wasser aus, welches sich in klaren, glänzenden Tröpfchen an der Aussenseite der Hyphen sammelte. Gleichzeitig traten in den Zellen zahllose kleine Fetttröpfchen auf, welche im Vereine mit dem dichter gewordenen Protoplasma den Zellinhalt bis zur Undurchsichtigkeit trübten.

Der geschilderte Verfärbungsprocess ergriff sämmtliche Hyphen, ja sogar die auf einigen Culturplatten noch vorhandenen, an der Spore hängenden Keimblasen. Nachdem die jungen Mycelien auf diese Weise verdickt worden waren, geriethen sie in einen Ruhezustand, aus dem sie erst wieder erwachten, als ich (nach drei Wochen) eine andere Nährlösung in Verwendung nahm. Von diesem Tage an begann wieder das Wachsthum welches sich in einer reichen Zweigbildung äusserte und schliesslich zu der Bildung zahlreicher, normaler Perithecien führte. Durch die Verwendung einer unzweckmässigen Nährlösung wurde also das, aus der Spore hervorgegangene Mycel in einen Dauerzustand übergeführt und zwar unter Umständen, welche lebhaft an die Sclerotienbildung erinnerten.

Wenn wir nun am Schlusse dieser Skizze das Gesagte überschauen, so fällt in der gegebenen Entwicklungsgeschichte ein Punkt ganz besonders auf, die Thatsache nämlich, dass die Fruchtkörper unserer *Sordaria* lediglich durch die Verschlingung mehrerer, gleichwerthiger Hyphen, d. h. ohne distinctes Initialorgan, entstehen. Diese Thatsache ist um so auffallender, weil bei anderen Sordarien[1] — wie ich mich selbst überzeugt habe — ein schraubig gewundener Archicarp vorhanden ist.

[1] Z. B. bei *Sordaria fimiseda* DNtrs. und *S. (Podospera) minuta* Fuck.

Ich vermeide es jedoch absichtlich an das eben Gesagte hier weitere Betrachtungen zu knüpfen und begnüge mich vorläufig mit der Constatirung des Factums, dass zwei sehr nahe verwandte Arten ein und derselben Gattung doch in einer grundverschiedenen Weise ihre Fruchtkörper anlegen können.

II. Capitel.

Mikrosclerotien.

Melanospora leucotricha Corda.

Icones I, 25.

(*Helicosporangium parasiticum* Karsten.)

(Taf. I, Fig. 1—6.)

Im Jahre 1864 fand Karsten[1] an einem weissen, spinnengewebeartigen Mycel kleine (nicht über 0·5 *mm* messende), röthliche, pseudoparenchymatische Zellknöllchen, welche eine auffallende Ähnlichkeit mit den mehrzelligen Sporen von *Urocystis* zeigten. Da er in einigen derselben (nicht ganz entwickelte) Sporenschläuche fand, so hielt er die genannten Knöllchen für Früchte eines Ascomyceten und beschrieb sie unter dem Namen *Helicosporangium parasiticum.*

Später hat Eidam[2] denselben Pilz näher studirt und gefunden, dass die röthlichen Knöllchen auf eine ganz ähnliche Weise entstehen, wie manche Ascomycetenfrüchte, nämlich durch Aussprossung und Umhüllung eines distincten Initialorganes (Archicarps). Er constatirte ferner, dass zu demselben Pilz auch eine ganz bestimmte Conidienform gehöre. Doch kam er in Bezug auf den morphologischen Werth der röthlichen Knöllchen selbst zu einem ganz anderen Resultat, als Karsten.

Er fand nämlich, trotz fortgesetzter und mannigfach variirter Culturen, in den röthlichen Zellkörperchen niemals einen *Ascus,* sondern erhielt aus denselben stets ein Mycel, an dem sich entweder Conidien oder wieder dieselben röthlichen Knöllchen bildeten.

[1] H. Karsten, Botanische Untersuchungen a. d. phys. Laboratorium in Berlin. I. Heft 1865.

[2] G. Eidam, Zur Kenntniss der Entwicklung bei den Ascomyceten. In Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. III. Band, S. 377.

Aus diesen Culturversuchen musste er schliessen, dass Karsten sich geirrt habe, und dass die röthlichen Körperchen nicht als Ascenfrüchte, sondern als vegetative Propagationsorgane — als Bulbillen — aufzufassen seien.

Auch ich bin zufällig in die Lage gekommen, mich mit demselben Object zu beschäftigen.

Das *Helicosporangium parasiticum* trat nämlich bei mir spontan auf Buxusblättern auf, die ich behufs Cultur eines anderen Pilzes (der *Nectriella Rousseliana* Mont.) in einer Koch'schen Schale feucht gehalten hatte. Die Plattenculturen der sorgfältig von dem Mycel abpräparirten rothen Knöllchen, ergaben genau dieselben Resultate, wie bei Eidam, nur mit dem einzigen Unterschied, dass bei mir niemals Conidien auftraten. Ich wäre daher auch genau zu denselben Schlüssen gelangt, wie der genannte Autor, wenn mich nicht ein nebensächlicher Umstand auf die Spur des wahren Sachverhaltes geführt hätte.

Ich fand nämlich eines Tages an der inneren Mantelfläche der Glasschale, in welcher die Buxusblätter aufbewahrt wurden, nebst vielen unentwickelten Fruchtkörpern auch einige reife Perithecien von *Melanospora leucotricha* Corda. Die Früchte sassen an einem locker gewebten weisslichen Mycel, welches ich mit leichter Mühe in grossen Flocken von der Glaswand ablösen konnte. Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Flocken an welchen auch noch die Primordien der *Melanospora*-Perithecien sassen, fiel mir auf, dass die Fruchtkörper des eben genannten Ascomyceten fast genau in derselben Weise angelegt wurden, wie die röthlichen Knöllchen des *Helicosporangium parasiticum*. Diese grosse Ähnlichkeit zwischen den Anlagen von *Helicosporangium* und der *Melanospora* erweckte in mir nun den Gedanken, ob nicht beide Pilze in einem genetischen Zusammenhang stünden? Eine weitere Überlegung liess mich erkennen, dass nur durch die Feststellung des lückenlosen Entwicklungsganges der *Melanospora leucotricha* die angedeutete Frage zur Entscheidung gebracht werden konnte. Ich unternahm desshalb sofort einen Culturversuch und erhielt, trotzdem die Asci bei der Gattung *Melanospora* nicht ejaculiren, sondern verschleimen, ziemlich reines Sporenmaterial, weil sich glücklicherweise bei *M. leucotricha* die herausgepressten Sporen zwischen den Borsten des

Ostiolums anhäufen, und zwar in Form eines schwarzen Ballens, der leicht mit der Lanzetnadel fortgenommen werden kann. Die so gewonnenen Sporen wurden in die Nährlösung gebracht und zuerst mittelst eines sterilisirten Pinsels mechanisch von einander getrennt und endlich so vertheilt, dass auf jeden Culturtropfen nur eine Spore kam. Als Nährlösung benutzte ich ein geklärtes Decoct von Buxusblättern, dem noch eine Spur von Essig zugefügt worden war. Die Sporen keimten schwer, die ersten nach drei Tagen, die letzten nach neun Tagen, einige gar nicht. Der Keimschlauch tritt immer aus einer der beiden hyalinen Spitzen heraus, und zwar entweder in der Form einer Blase oder in der Form eines Fadens. Die braune Cuticula der breit elliptischen, circa 20 μ langen und 14 μ breiten Sporen wird hierbei nicht zersprengt (Taf. I, Fig. 1).

Aus dem Keimschlauche entwickelt sich binnen 4—5 Tagen ein nach dem monopodialen System sehr reich verzweigtes Mycel, dessen Theile sich innig an das Substrat (die Glasplatte) anschmiegen und somit in einer horizontalen Ebene verlaufen. Erst wenn der Durchmesser des sich kreisförmig ausbreitenden Fadencomplexes etwa 4—5 *cm* beträgt, werden zahlreiche Äste (unter allen möglichen Winkeln) aufgerichtet, die sich abermals verzweigen und zuletzt zu einem weissen lockeren Luftmycel von etwa 1—1$^1/_2$ *cm* Höhe verweben. Nach circa zehn Tagen (vom Tage der Sporenkeimung an gerechnet) beginnt die Bildung der Fruchtanlagen, und zwar sowohl an dem Luftmycel, als auch an dem horizontal verlaufenden und theilweise untergetauchten Mycel. Die Fruchtanlagen entspringen hier einem distincten Initialorgan (Archicarp). Dasselbe besteht aus einem, durch stark lichtbrechenden Inhalt ausgezeichneten Seitenast, welcher sich anfangs mit seinem oberen Ende bischofstabförmig, später uhrfederartig einrollt, so dass eine (in einer Ebene aufgewundene) Spirale von 1—1$^1/_2$ Windungen entsteht (Taf. I, Fig. 2 *a—d*). Da das Initialorgan gewöhnlich schon vor der Einrollung durch Querwände septirt erscheint, so besteht auch die Spirale aus mehreren Zellen. Sobald sich die Windungen der Spirale so weit zusammengezogen haben, dass sie sich überall innig berühren, sprossen die excentrisch gelegenen Zellen derselben aus. Die neu entstandenen Zweige schmiegen sich an das Initialorgan an, sep-

tiren sich, und bilden zuletzt um die Spirale eine pseudoparenchymatische Rinde.

Auf dieser Stufe der Entwicklung bleiben nun weitaus die meisten der Primordien stehen — wenigstens was die Zelltheilung anbelangt. Nur die Zelle in der Mitte des Primordiums (sehr selten zwei oder drei Zellen), die sogenannte Centralzelle, schwillt bedeutend an, wird dickwandig und rothbraun und erfüllt sich reichlich mit plastischen Stoffen, während die Zellen der Rinde dünnwandig und inhaltsarm bleiben.

Aus dem Gesagten erhellt, dass weitaus der grösste Theil der Primordien von *Melanospora leucotricha* Corda — namentlich alle an dem Luftmycel gebildeten — in Zellkörper verwandelt wird, welche von den Bulbillen der *Helicosporangium parasiticum* nicht unterschieden werden können (Taf. I, Fig. 2*b*).

Nur wenige dieser Fruchtkörperprimordien (und zwar auf 24 Culurplatten etwa 8—10), welche sich auf dem horizontalen Mycel gebildet hatten, schlugen einen anderen Entwicklungsgang ein. Zwar war auch bei diesen wenigen Primordien die erste Anlage bis zur Bewindung der Spirale dieselbe, wie bei den Bulbillen. Dann zeigten sie aber ein ganz verschiedenes Verhalten, denn sie verdickten ihre Centralzelle nicht, zeigten dagegen eine viel lebhaftere Sprossung im Hüllapparat. Durch die Leistung dieses letzteren, also durch die innige Verflechtung der Hüllhyphen entsteht zuletzt ein sphärischer, pseudoparenchymatischer Zellkörper, der an Grösse die Bulbillen bedeutend übertrifft (Taf. I, Fig. 2*d*). Im Innern dieses pseudoparenchymatischen, rundlichen Zellkörpers entsteht bald darauf eine Höhlung, welche mit einer gallertartigen Materie ausgefüllt wird.

Gleichzeitig differenziren sich die äussersten Zellschichten des rundlichen Körpers zu einer weichen, dünnen Rinde. Die weiteren Vorgänge im Innern des Peritheciums sind schwierig zu verfolgen, weil einerseits die bereits oben erwähnte Gallerte allen Aufhellungsmitteln trotzt, und anderseits die jungen Fruchtkörper viel zu zart und weich sind, um ordentlich geschnitten werden zu können. Doch liess sich immerhin durch vorsichtiges Zerquetschen der bezüglichen Objecte und durch zweckmässige Färbungen mit Jodtinctur und Alkanna constatiren, dass auch bei dieser Species die Asci aus eigenthümlichen, in der Basis des Peritheciums

gelegenen Hyphen (Ascogonen) entspringen, welche durch ihren grossen Gehalt an Protoplasma und Nährstoffen ausgezeichnet sind. (Taf. I, Fig. 3 und 6.) Das ist aber auch so ziemlich Alles, was ich über die Vorgänge im Innern des Fruchtkörpers ermitteln konnte. Vieles Andere blieb unaufgehellt, namentlich die Frage, ob die ascibildenden Hyphen mit dem Initialorgan in einem directen Zusammenhang stehen oder nicht.

Der Schnabel wird ziemlich spät angelegt, nämlich zu einem Zeitpunkt, wo der übrige Fruchtkörper bereits seine volle Grösse erlangt hat und im Innern schon einzelne Sporenschläuche entwickelt sind. (Taf. I, Fig. 4.) Die Neubildung des Schnabels erfolgt von innen nach aussen. Man bemerkt nämlich am Scheitel des Peritheciums gleich anfangs einen kleinen, warzenförmigen Höcker, der dadurch entsteht, dass einzelne Zellen in der dritten und vierten Lage unter der Rindenschicht in die Länge wachsen und sich in der Form eines stumpfen Kegels aneinanderlegen. Die Zellen der Rinde werden bei diesem Vorgang nur passiv gedehnt. Wenn der Schnabel eine Länge erreicht hat, welche beiläufig drei Vierteln des Peritheciumdurchmessers entspricht, hört sein Längenwachsthum auf und es erfolgt nun die Anlage des Halscanals. Dieser entsteht dadurch, dass die in der Achse des Halses gelegenen Hyphen des ursprünglich soliden Hyphenstranges resorbirt werden. Nun weichen auch die Scheitelzellen der Rinde, welche bisher den Canal nach oben zu verschlossen hatten, auseinander und schaffen dadurch erst das eigentliche Ostiolum. Zuletzt wachsen die Hyphenenden am Rande des Ostiolums borstenförmig aus, und bilden um die obere Halsöffnung einen einfachen Wimperkranz. (Taf. I, Fig. 5.) Um diese Zeit werden auch die Sporen durch gallertige Degeneration der Asci frei und erfüllen das Innere des Peritheciums mit einer schwärzlichen Masse. Wenn jetzt der Fruchtkörper reichlich durchfeuchtet wird, so quillt die gallertige Materie, in der die Sporen eingebettet liegen, mächtig auf und tritt sammt den Sporen theilweise durch den Hals aus. Da der letztere aber sehr eng ist, so können die Sporen nur einzeln, eine hinter der anderen, aus dem Ostiolum treten. Sobald sie dasselbe passirt haben, werden sie noch von den Wimpern festgehalten und gezwungen, sich in Form eines Ballens vor der Perithecienöffnung anzuhäufen. Wenn nun

trockene Witterung eintritt, so schrumpft auch der Sporenballen etwas ein und wird dann durch die Federkraft der Wimpern immer weiter in die Höhe geschoben und zuletzt von dem Winde entführt. Bei abermaliger Durchfeuchtung wird neuerdings eine gewisse Sporenmenge herausgepresst und dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholen, bis endlich der Vorrath an Sporen und Gallerte erschöpft ist.

Obgleich nun der geschilderte Culturversuch nicht allen meinen Erwartungen entsprochen hat, so wurde durch denselben wenigstens die wichtige Thatsache festgestellt, dass sich (unter gewissen Umständen) der grösste Theil der Fruchtkörperanlagen nicht zu normalen Früchten, sondern zu eigenthümlichen Zellkörpern entwickelt, welche bislang unter dem Namen *Helicosporangium parasiticum* Karsten für einen selbstständigen Pilz gehalten worden sind.

Über den morphologischen und biologischen Werth dieser Zellkörper werde ich mich später etwas näher aussprechen; hier will ich nur bemerken, dass dieselben vom physiologischen Standpunkte aus als Sclerotien angesprochen werden müssen, denn sie entwickeln sich an dem primären Mycel, speichern wie andere Sclerotien Reservestoffe auf und treiben endlich auf Kosten der letzteren, nach einem längeren Ruhezustande, abermals Hyphenzweige aus. Auch sind diese Zellkörper — wie wir später sehen werden — durch sehr sanfte Übergänge mit den typischen Sclerotien verbunden. Allerdings besteht bei den *Urocystis*-ähnlichen Körpern der *M. leucotricha* das Reservestoffe anhäufende Mark nur aus einer einzigen Zelle — der Centralzelle. Dieser Umstand kann jedoch ihren Sclerotiencharakter nicht tangiren, da der letztere offenbar nicht von der Zahl der Markzellen abhängt. Da aber die fraglichen Körperchen trotz allem dem, wenigstens oberflächlich betrachtet, von den typischen Sclerotien sehr weit abzuweichen scheinen, so will ich dieselben und ähnliche Zellcomplexe von nun an mit dem Worte Mikrosclerotien bezeichnen. Den Terminus „Bulbilli" vermeide ich absichtlich, weil derselbe nur für bestimmte Fälle passt, z. B. für die Zellkörper von *M. leu-*

cotricha, für andere Fälle hingegen ganz und gar nicht. Es gibt nämlich Ascomyceten, deren Mikrosclerotien — wie wir bald sehen werden — sich in ganz normale Perithecien verwandeln.

Die Entwicklung der beiden folgenden (neuen) *Melanospora*-Arten weicht in einzelnen wichtigen Punkten von dem Entwicklungsgang der *M. leucotricha* ab. Da sie aber in anderen Punkten wieder nahezu die gleiche ist, so werde ich in der folgenden Beschreibung, behufs Vermeidung ermüdender Wiederholungen, nur das Heterogene detaillirter hervorheben, im Übrigen aber auf die Entwicklungsgeschichte der *M. leucotricha* verweisen.

Melanospora coprophila nov. spec.

(Taf. II, Fig. 9—24.)

Perithecien gesellig, seltener einzeln, häufig zu zwei und drei mit einander verwachsen, weich, gelblich und gelbröthlich, durchscheinend, circa 450 μ im Durchmesser.

Pupille sehr klein mit glatter oder undeutlich gewimperter Mündung. Asci keulenförmig, kurz gestielt, oben etwas verschmälert, achtsporig, circa 48 μ lang und 20 μ breit (pars sporif.).

Sporen elliptisch, braun, an den beiden Enden stumpf, etwa 20 μ lang und 11 μ breit, Paraphysen einfach, wenig zahlreich, fadenförmig, farblos.

Auf Hundefäces im Prater. Mai 1887.

Der Culturversuch wurde erst einige Monate später, im Herbst gemacht und zwar mit einem Sporenmaterial, das getrockneten Herbarexemplaren entnommen worden war. Als Nährlösung benützte ich eine Hundemistdecoct, das sich nach einer Periode lebhaftester Bacterienvegetation von selbst geklärt hatte. Ein Theil der Sporen keimte wie bei *M. leucotricha* binnen 48 Stunden und entwickelte auch in ähnlicher Weise sein primäres Fadengeflecht. Doch unterblieb die Entwicklung eines Luftmycels. Dafür zeigte das horizontal sich ausbreitende, untergetauchte Mycel eine viel dichtere Zweigentwicklung. Die ersten Fruchtkörperanlagen erschienen am 12. Tage nach der Sporenaussaat. Sie entstehen durch Verschlingung mehrerer Seitenzweige, und zwar entweder ein und desselben Fadens oder verschiedener Fäden.

Die sich verschlingenden kurzen Zweigchen, sowie auch die aus ihnen hervorgehenden Hyphenknäuel (Primordien) sind merkwürdigerweise äusserst zart und mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt. (Taf. II, Fig. 9—14.) Erst später bildet sich in denselben ein dichtes, stark lichtbrechendes Protoplasma. Dabei verwandelt sich der grösste Theil der Fruchtkörperanlagen durch Wachsthum und reichliche Septirung auf directem Wege binnen 4—5 Tagen in normale Perithecien. Nur einzelne wenige Primordien (in meiner Cultur etwa $^1/_{20}$) schlagen einen anderen Entwicklungsgang ein, aber erst, nachdem sie die Grösse von etwa 200 μ erreicht haben.

Auf dieser Entwicklungsstufe stellen sie einen flach rundlichen, soliden, pseudoparenchymatischen Zellkörper dar, sehen also ganz so aus, wie die analogen Zellkörper der normalen Früchte.

Während aber die letzteren zu wachsen fortfahren und bald darauf in ihrem Innern eine centrale Höhlung bilden, vergrössern sich die abnormen Fruchtkörperanlagen nicht mehr, sondern häufen nur in ihren Zellen — unter Ausscheidung von Wassertröpfchen — eine sehr fettreiches Protoplasma an. Dabei differencirt sich die äusserste Zellschicht zu einer transparenten dünnen Rinde, während die tiefer liegenden Zellen durch Umwandlung ihres Inhaltes (ohne Membranverdickung) immer undurchsichtiger werden. Das Resultat des ganzen Umwandlungsprocesses ist ein Mikrosclerotium von gelblicher Farbe und wachsartiger Consistenz. (Taf. II, Fig. 22—24.) Sobald die Sclerotien ihre definitive Gestalt erlangt haben, verändern sie sich nicht mehr, sondern verfallen in einen Ruhezustand. Da mich das weitere Schicksal dieser Körper lebhaft interessirte, so entfernte ich dieselben von den Glasplatten und übertrug sie (nach sorgfältiger Reinigung von den anhängenden Myceltheilen) auf feuchtes, zwischen zwei Uhrgläschen liegendes Filtrirpapier. Den ganzen Winter über zeigten die Mikrosclerotien dort nicht die geringste Veränderung, erst Mitte Mai (also circa 6 Monate nach der Transferirung) bemerkte ich, dass einige von ihnen in der Mitte heller und durchscheinender geworden waren.

Die nähere Untersuchung ergab in der That die Bildung einer centralen Höhle durch Desorganisation des bezüglichen

Zellcomplexes. (Taf. II, Fig. 18.) Diese Desorganisation schreitet so lange von innen nach aussen fort, bis von dem Mikrosclerotium nur eine äussere Wandschicht von etwa 4—5 Zelllagen übrig bleibt.

Dann sprossen aus der innersten, nicht desorganisirten Zellschicht in der Gegend der Basis des Sclerotiums einzelne Zellen aus und bilden eine dünne Schicht sehr zarter, schlangenartig in einander gewundener Hyphen (Ascogone), aus denen unmittelbar die Asci als Seitensprosse hervorgehen.

Während die letzteren angelegt werden, wandern die Reservestoffe aus den Zellen der Sclerotienwand in die Sprorenschläuche, wodurch die Sclerotienwand selbst nach und nach ihren Turgor verliert und zuletzt durchscheinend, schlaff und häutig wird. Gleichzeitig entsteht durch Degeneration der bezüglichen Zellen und theilweise auch durch Neubildung die Papille mit dem Ostiolum in ganz ähnlicher Weise wie bei *M. leucotricha.*

Durch die angedeuteten Processe verwandelte sich die Mikrosclerotien in etwa 14 Tagen zu Perithecien, welche weder nach ihrem äusseren Aussehen, noch in Bezug auf die Schläuche und Sporen von den typischen Perithecien unterschieden werden können. Einen Unterschied konnte ich indessen doch auffinden, und zwar in den Ascogonen. Diese Hyphen gelangen nämlich in den Mikrosclerotien nur zu einer rudimentären Entwicklung und erscheinen in diesen auch viel zarter und inhaltsärmer, als in den auf kurzem Wege entwickelten Perithecien. Ich hebe diesen Umstand besonders hervor, weil er sehr zu Gunsten meiner Ansicht spricht, dass die Ascogone (in meinem Sinne) in erster Linie zur Bereitung und Aufstapelung von Nährmaterial dienen. In den Mikrosclerotien liegen die Vorräthe an Reservestoffen in den Zellen der Sclerotienwand — deshalb gelangen auch die Ascogone nur zu einer sehr spärlichen Entwicklung — in den normalen Perithecien verhielt sich die Sache umgekehrt.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass sich auf dem feuchten Löschpapier auch einzelne biscuitförmige und tetraedrische Mikrosclerotien, welche aus der Verwachsung von 2—3 Individuen hervorgegangen waren, unter Beibehaltung des Verbandes in ganz ähnlicher Weise zu Perithecien verwandelten, wie die einzelnen Mikrosclerotien. (Taf. II, Fig. 22 und 23.)

Ja es bildeten sich sogar in einem Zwergindividuum, dem ich a priori jede Befähigung zur Weiterentwicklung abgesprochen hatte, zwei Schläuche mit normalen Sporen aus. In diesem Falle unterblieb jedoch die Anlage eines Ostiolums. (Taf. II, Fig. 21.)

Melanospora fallax[1] nov. spec.

(Taf. I, Fig. 7—10.)

Perithecien vereinzelt, fast kugelig, behaart, mit einer gewimperten, papillenförmigen Hervorragung am Scheitel, durchscheinend, geblich, etwa 600 μ im Durchmesser. Asci breit keulenförmig, deutlich gestielt, achtsporig, etwa 80 μ lang 40 μ breit. Sporen elliptisch, an den Polen etwas zugespitzt, ungleichseitig und oft etwas unregelmässig, braun, etwa 26—30 μ lang und 13—15 μ breit.

Auf alten Botrytis-Stämmchen im Frühling. Wien, April 1886.

Zu der Auffindung dieser neuen und wie wir später sehen werden in mehrfacher Beziehung interessanten *Melanospora*-Art gelangte ich auf einem Umweg und nach Überwindung mehrerer Irrthümer. Im Winter 1886 wurde mir nämlich von einem Freunde, dem mein Interesse für die „Pilzbulbillen“ bekannt war, eine mit Botrytis[2] besetzte Speisezwiebel mit dem Bemerken übergeben, dass ich auf derselben eine Menge Bulbillen finden würde.

Dies war auch der Fall. Nur erhielt ich damals den Eindruck, dass die Mikrosclerotien zur Botrytis gehören. Als ich aber beinahe ein Jahr später, d. h. im nächsten Spätherbst dieselben Mikrosclerotien zwischen den Stämmchen von *Botrytis acinorum* Pers. auf faulenden Weintrauben fand, erkannte ich den wahren Sachverhalt. Der Irrthum war aus Präparationsbefunden entstanden und lag in der Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen der Botrytis und den Mikrosclerotien. Thatsächlich verhielt sich aber die Sache so, dass die Mikrosclerotien einem Pilze

---

[1] Ursprünglich hielt ich die auf den Botrytis-Stämmchen vorkommende *Melanospora* für die *M. fimicola* Hansen. (Siehe meine Untersuchungen über den biol. und morph. Werth der Pilzbulbillen. Anhang.) Später überzeugte ich mich jedoch, dass die fragliche *Melanospora* mit der *M. fimicola* nicht identisch ist, sondern als eine neue Art angesprochen werden muss.

[2] Über die auf der Silberzwiebel und faulenden Weintrauben vorkommende *Botrytis* siehe Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten und Frank's Krankheiten der Pflanzen.

angehören, der auf der Botrytis schmarotzt oder wenigstens auf ihr lebt.

Die röthlichen, circa 200—300 μ wachsenden Sclerotien sitzen an einem weissen, spinnengewebeartig zwischen den Botrytis-Stämmchen ausgespannten Mycel und bestehen aus vier bis zehn stark verdickten Centralzellen und einer zarten einschichtigen, durchscheinenden Rinde. (Taf. I, Fig. 7 f.) Die Entstehung der Mikrosclerotien konnte wegen der vorhandenen zahlreichen Übergänge an dem Mycel selbst leicht verfolgt werden. Ihr erster Anfang besteht nämlich darin, dass irgend eine Zelle des Mycels anschwillt, sich mit einem stark lichtbrechenden Inhalte füllt und dann durch succesive auftretende Querwände in zwei bis vier hintereinander liegende Zellen theilt. (Taf. I, Fig. 7 *a*, *b*, *c*.) Diese letzteren sprossen alsbald aus und bilden dicke, kurze Zweige, mit kugeligen und tonnenförmigen Zellen, welche ihrerseits wieder ähnliche Zellen hervorbringen und so fort. Das Resultat des ganzen Sprossungsprocesses ist ein sphärischer Zellhaufen, der aus ziemlich gleichgrossen, nahezu isodiametrischen Zellen besteht. (Taf. I, Fig. 70 *f*.)

Sobald dieser Zellkörper einen Durchmesser von 200 bis 300 μ erreicht hat, hört er zu wachsen auf und verwandelt sich durch Umbildung der äussersten Zellschicht zu einer zarten Rinde und durch Verdickung der inneren Zellen in ein Mikrosclerotium. Die Farbe der letzteren hängt von der Membranfärbung der Centralzellen ab, und schwankt zwischen gelb, roth und braun. Doch sah ich auch rein roth (ziegelroth) gefärbte Exemplare. (Taf. I, Fig. 7 f.)

Gleichzeitig mit den Mikrosclerotien erscheinen auf den Silberzwiebeln oder den faulenden Weintrauben die Fruchtkörper von *Melanospora fallax*. Die Entwicklung derselben erfolgt ziemlich rasch, denn sie umfasst nur einige wenige Tage. Da die *Melanospora*-Perithecien an demselben Mycel sassen, wie die Mikrosclerotien und überdies auch genau in derselben Weise angelegt wurden, so gelangte ich zu der Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen der Ascenfrucht und den Mikrosclerotien. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme sollte einerseits durch die Entwicklungsgeschichte der *Melanospora*-Sporen, anderseits durch die Cultur der Mikrosclerotien erbracht werden.

Allein beide Culturversuche misslangen vollständig. Denn die *Melanospora*-Sporen trieben wohl kurze Keimschläuche, aber diese starben binnen einigen Tagen, und auch die Mikrosclerotien zeigten durch mehrere Monate nicht die geringste Veränderung und gingen endlich ebenfalls zu Grunde, ohne auch nur einen Mycelschlauch getrieben zu haben.

Missmuthig über diesen negativen Erfolg wollte ich schon die ganze Untersuchung aufgeben, als ich bei einer abermaligen Revision der Silberzwiebeln und Weintrauben zwischen den Botrytis-Stämmchen einige Sclerotien bemerkte, die sich durch ihre bedeutendere Grösse (sie hatten einen Durchmesser von 600—700μ), sowie durch ihre gelbliche Färbung und grössere Härte von den übrigen Mikrosclerotien unterschieden. Diese grösseren Sclerotien, welche sowohl bezüglich ihres äusseren Aussehens als auch ihrer inneren Structur eine grosse Ähnlichkeit mit den Sclerotien von *Penicillium glaucum* zeigten, wurden nun von mir sorgfältig gesammelt, gereinigt, und zwischen zwei Uhrgläschen auf Filtrirpapier feucht gehalten. Sie verwandelten sich nach einer Ruheperiode, welche den Zeitraum vom 1. Jänner bis 17. März umfasste, „unter meinen Augen“ zu Perithecien, welche von den normalen, d. h. auf kurzem Wege gebildeten, der *Melanospora fallax* nicht unterschieden werden konnten. (Taf. I, Fig. 9 u. 10.)

Da der Umwandlungsprocess des Sclerotiums in die Ascenfrucht bei dieser Species in ganz ähnlicher Weise verlief, wie bei *Melanospora coprophila*, so verweise ich, um den Leser nicht zu ermüden, auf das dort Gesagte.

Als Resultat der ganzen Untersuchung ergibt sich aber folgendes: Auf alter *Botrytis cinerea* lebt ein weisses, spinnengewebeartiges Mycel, an dem sich keine Conidien, wohl aber, nach einer gewissen Zeit, zahlreiche Fruchtkörperanlagen bilden. Die letzteren entstehen ohne distinctes Initialorgan durch Verflechtung einiger kurzer, dicker Zweigchen, die jedoch gewöhnlich aus einem einzigen Faden hervorsprossen. Diese Primordien können sich nun entweder auf kurzem Wege, d. h. binnen wenigen Tagen, in Schlauchfrüchte verwandeln oder sie erleiden schon frühzeitig eine Entwicklungshemmung und bilden sich zu den Mikrosclerotien um, oder es tritt die Entwicklungshemmung und

die nachfolgende Sclerose erst auf, nachdem die Feuchtkörperanlagen bereits eine Grösse von 600—700μ erreicht haben. Im letzteren Falle entstehen die oben erwähnten grösseren Sclerotien, welche sich unter günstigen Umständen nach einer Ruheperiode von mehreren Monaten (in der bei *M. coprophila* angebenen Weise) wieder in Ascenfrüchte umwandeln können.

Bei dieser Untersuchung blieb nur die biologische Bedeutung der röthlichen Mikrosclerotien unklar. Denn dieselben entwickelten sich weder in der feuchten Kammer, noch unter den natürlichen Lebensbedingungen auf den Zwiebeln und Trauben und gingen endlich zu Grunde. Ich vermuthe jedoch, dass sich im Freien die Sache anders verhalten dürfte, als im Zimmer, wo fast immer abnorme Verhältnisse herrschen und halte es für wahrscheinlich, dass auch den Mikrosclerotien irgend eine Function zukomme, vielleicht die eines vegatativen Propagationsorganes.

Sporosmia minima Auersw.

Hedwigia VII, p. 66.

(Taf. II. Fig. 1—8.)

Als die Untersuchungen über die drei abgehandelten *Melanospora*-Arten bereits abgeschlossen waren, fand ich auf altem Pferdemist zahlreiche Mikrosclerotien, welche mit den kleineren von *M. fallax* eine grosse Ähnlichkeit hatten. Sie besassen nämlich ebenfalls einige polyedrische fett- und protoplasmareiche Centralzellen mit stark verdickten, rothbraun gefärbten Wänden und eine zarte, einschichtige, durchscheinende Rinde. (Taf. II, Fig. 1—5.)

In Bezug auf ihre Grösse schwankten sie zwischen 100 bis 150 μ. Da ich lebhaft wünschte, die Weiterentwicklung dieser Mikrosclerotien kennen zu lernen, so nahm ich etwa 50 dieser Zellkörper mit der Lanzettnadel von dem Substrate fort und übertrug sie einzeln auf Glasplatten an je einem Tropfen Pferdemistdecoct.

Hier blieb der grösste Theil der Mikrosclerotien etwa fünf Wochen lang unverändert liegen, nur einige wenige, nämlich sechs, entwickelten aus einzelnen Centrallzelen Keimschläuche, die sich durch Verzweigung zu einem Mycel ausbildeten.

An letzterem traten alsbald wieder Mikrosclerotien auf. (Taf. II, Fig. I.) Durch diesen glücklichen Umstand wurde ich in die Lage

versetzt, auch die Entstehung dieser Gebilde kennen zu lernen. Dieselbe weicht ziemlich auffallend von der Bildung der *Melanospora*-Sclerotien ab und vollzieht sich in folgender Weise: Einzelne Seitensprossen zweiter oder dritter Ordnung wachsen nur wenig in die Länge, füllen sich mit einem glänzenden, stark lichtbrechenden Inhalt und zerfallen dann durch Querwände in zwei oder vier Zellen. (Tafel II, Fig. I, *g*.) Die oberste dieser Zellen, also die Terminalzelle des Sprosses, schwillt bald darauf bedeutend an, während sich die übrigen Zellen unbedeutend vergrössern und so zu sagen nur den Stiel der Terminalzelle bilden. Letztere kann nun in einen Ruhestand übergehen, indem sie ihren Inhalt concentrirt und ihre Membran stark verdickt. Eine solche ruhende Terminalzelle hat eine auffallende Ähnlichkeit mit einer *Entyloma*-Spore. (Taf. II, Fig. I *f*.)

Gewöhnlich gehen aber die Terminalzellen keinen Ruhestand ein, sondern theilen ihren Inhalt zuerst in zwei, dann in vier Theile.

Dem Furchungsprocess geht eine Kerntheilung voran, wie man sich durch Behandlung des Objects mit absoluten Alkohol oder Äther und nachfolgender Färbung mit Karmin überzeugen kann. Während oder vor der Theilung der Terminalzelle erfolgt die Berindung derselben und zwar in ganz analoger Weise wie bei *Melanospora leucotricha* durch eine lebhafte Sprossbildung der Stielzellen. Zuweilen betheiligen sich aber auch an dieser Berindung einzelne Zellen eines Nachbarstieles, ja sogar eines gewöhnlichen Mycelzweiges. Es scheint daher von der sich theilenden Terminalzelle ein Reiz auszugehen, der bewirkt, dass die Nachbarzellen aussprossen und ihre neugebildeten Zweige an die Gipfelzelle anlegen. (Taf. II, Fig. 1 *b*, *e*.)

Während die Terminalzelle von den Hyphenzweigchen umwachsen wird, theilen sich die vier Innenzellen derselben abwechselnd durch senkrechte Wände, welche in allen drei Richtungen des Raumes auf einander stehen. (Taf. II, Fig. 2—5.)

Dann verdicken sich die Membranen der Innenzellen bedeutend und nehmen dabei eine rothbraune Färbung an; die Zellen der Rinde hingegen bleiben zart. Auf diese Weise entsteht ein Mikrosclerotium, dessen innere, derbe, rothbraun gefärbte Zellenmasse als ein echtes Parenchyem, dessen Rinde aber als ein Pseudoparenchym angespro-

chen werden muss. Noch ehe dieser Zellkörper die eben bezeichnete Entwicklungsstufe erreicht hat, erleiden auch die Zellen seines Stieles eine immerhin bemerkenswerthe Veränderung. Sie strecken sich nämlich bedeutend in die Länge, aber so einseitig, dass der ganze Stiel sammt dem Mikrosclerotium durch das ungleichseitige Längenwachsthum nach einwärts gekrümmt wird. (Taf. II, Fig. 1 *b*, *c*.)

Mit dieser Einrollung des Stieles wird gewöhnlich die Entwicklung des Mikrosclerotiums, soweit sie sich auf die Grössenzunahme bezieht, abgeschlossen. Was nun folgt bezieht sich auf die Umbildung und Verdichtung des Inhaltes der Innenzellen. Dann verfallen die Mikrosclerotien in einen Ruhezustand, der nach meiner Erfahrung 6—8 Wochen dauern kann.

Bei reichlicher Ernährung und üppiger Vegetation kommt es nicht selten zu abnormen Bildungen. So unterbleibt zuweilen die Ausbildung einer Terminalzelle, dafür schwellen sämmtliche Zellen des bezüglichen Zweiges kugelig oder tonnenförmig an.

Trotzdem kann es auch in diesem Falle zur Entwicklung eines Mikrosclerotiums kommen, wenn sich irgend eine Zelle der Kette (des Zweiges) in einer ganz ähnlichen Weise zu theilen beginnt, wie sonst die Terminalzelle. Die Berindung erfolgt dann durch Sprossbildung von einer oder zwei Nachbarzellen aus. Sobald aber einmal die Berindung beendigt ist, entwickeln sich die abnorm angelegten Mikrosclerotien in einer ganz ähnlichen Weise weiter, wie die normalen und gehen auch wie diese in einen Ruhezustand über. (Taf. II, Fig. 1 d.)

Hält man nun diese ruhenden Mikrosclerotien feucht, so bemerkt man an ihnen — kurz vor ihrem Wiedererwachen zu einer lebhaften vegetativen Thätigkeit — eine eigenthümliche Verfärbung aus dem Braunrothen in das Grauschwärzliche. Die Verfärbung wird wohl hauptsächlich durch die Veränderung des färbenden Pigmentes bedingt, theilweise aber auch durch eine starke Quellung sämmtlicher verdickten Zellhäute. Der Verfärbung folgt das vollständige Wiedererwachen des Mikrosclerotiums auf dem Fusse, welches sich hauptsächlich in einer lebhaften Zelltheilung manifestirt. Durch letztere wird erstens die sphärische Zellform des Sclerotiums verändert und in eine stumpf kegelförmige verwandelt und zweitens die zarte Rinde zersprengt und zum Absterben gebracht.

Auch nimmt in Folge derselben Zelltheilung (im Vereine mit der bereits erwähnten Verfärbung) das ganze Mikrosclerotium nach und nach das Aussehen eines gewöhnlichen Peritheciums an. (Taf. II, Fig. 6.) Diesem Umwandlungsprosse nach dem Perithecium hin entsprechen auch die weiteren Veränderungen, welche das Sclerotium erleidet. Es entsteht nämlich im Innern desselben, durch Verschleimung der betreffenden Zellen eine centrale Höhlung in ganz ähnlicher Weise, wie bei den Mikrosclerotien der beschriebenen *Melanospora*-Arten. Den Wandzellen der Höhlung entspriessen dann die Paraphysen beziehungsweise die Periphysen, während sich in der Basis des Fruchtkörpers — durch Aussprossung einiger Zellen die dünnen aber stark glänzenden Ascogone entwickeln. Aus letzteren entstehen dann die Asci als directe Seitensprosse, und in diesen endlich der Sporn. (Taf. II, Fig. 7 und 25.)

Leider ist es mir — trotz wiederholten Versuchen — nicht gelungen diese Sporen zum Keimen zu bringen, weshalb ich auch nichts Genaues über die Entstehung des primären Mycels aussagen kann. Eines scheint mir jedoch sicher zu sein, der Umstand nämlich, dass bei der *Sporormia minima* die Mikrosclerotien nur gelegentlich gebildet werden und durchaus nicht etwa eine nothwendig zu durchlaufende Phase in dem Entwicklungsgang des Peritheciums sind. Letzteres entwickelt sich vielmehr, wie man sich täglich überzeugen kann, auf dem gewöhnlichen Substrate ziemlich rasch aus einem zarten Primordium. Wie aber das Primordium entsteht, darüber vermag ich nicht Bestimmtes mitzutheilen, vermuthe jedoch aus der Analogie mit *Melanospora*, dass es sich in einer ähnlichen Weise bildet, wie das Mikrosclerotium.

Aus den gegebenen Mittheilungen und meiner Arbeit: Untersuchungen über den biologischen und morphologischen Werth der Pilzbubillen [1] ergibt sich, dass die Mikrosclerotien ziemlich häufige und bei verschiedenen Ascomycetenfamilien auftretende Gebilde sind, welche aber bisher, wegen ihrer geringen Grösse, fast ganz übersehen wurden. So fand ich dieselben z. B. an

[1] H. Zukal, Untersuchungen über den biol. u. morph. Werth der Pilzbubillen. Verh. d. k. k. zool. bot. Gesellsch. Wien 1886. In Commission bei A. Hölder in Wien und F. A. Brockhaus in Leipzig.

zwei Conidienformen, dem *Dendriphium balbiforum*[1] und dem *Haplotrichum roseum Link*[2] ferner bei den beschriebenen *Melanospora*-Arten und *Sporormia minima* Auersw., endlich bei zwei Discomyceten, nämlich der *Peziza*-Species[3] und dem noch näher zu beschreibenden *Ascophanus sacharinus* Boudier. Cultivirt man die Mikrosclerotien, so entwickeln einige derselben ein Mycel, an dem sich entweder Conidien (*Haplotrichum roseum*) oder wieder Mikrosclerotien (*Melanospora leucotricha*) oder Conidien und Mikrosclerotien (*Peziza*-Species, *Helicosporangium parasiticum*, *Papulaspora aspergilliformis*[4]) bilden können.

Andere Mikrosclerotien dagegen treiben keine Mycel aus, sondern verwandeln sich in der oben geschilderten Weise allmälig in Fruchtkörper, z. B. die von *Melanospora coprophila*, *M. fallax*, *Ascophanus carneus* und *Peziza*-Species.

Da sich die Mikrosclerotien in allen von mir beobachteten Fällen aus den Anlagen der Perithecien oder Apothecien entwickeln, und da sich überdies einige derselben in ganz normale Fruchtkörper zurück verwandeln können, so muss man sie vom morphologischen Standpunkte aus als Hemmungsbildungen ansprechen, welche den jungen Fruchtkörpern (bis zu einem gewissen Alter) vollkommen homolog sind.

In physiologischer Hinsicht erweisen sie sich dagegen als echte Sclerotien, mit denen sie auch durch allmälige Übergänge verbunden sind. Denn sie bilden wie die echten Sclerotien dichte, knollenähnliche Körper an einem fädigen Mycel, speichern Reservestoffe auf, gliedern sich nach vollendeter Ausbildung ab und entwickeln endlich (meist nach längerem Ruhezustande) auf Kosten der Reservestoffe Fruchtkörper.[5] Der Umstand aber, dass nicht alle Mikrosclerotien Fruchtkörper bilden, sondern einige derselben ein Mycel austreiben, an dem auch eventuell Conidien erscheinen können, kann nicht als Argument gegen ihre Sclerotiennatur benützt werden, weil auch zuweilen echte Sclerotien, wie z. B. die

---

[1] Ibidem.

[2] Ebendaselbst.

[3] Ebendaselbst.

[4] Eidam. Zur Kenntniss der Entwicklung bei den Ascomyceten. Cohn's Biologie, III. Bd.

[5] De Bary, Vergl. Morphologie und Biologie der Pilze, S. 31.

von *Sclecrotinia Fuckeliana*[1] *Aspergillus flavus* de Basy[2] und *Penicillium glaucum*[3] anstatt der Fruchtkörper Conidien bilden.

III. Capitel.

Über die Gattung *Penicillium*.

Penicillium crustaceum Lk.

(Tafel III, Fig. 1—2.)

Man kann die Sclerotien dieses gemeinsten aller Schimmelpilze leicht und mühelos erhalten, wenn man frische Citronen- oder Orangenschalen etwa eine Stunde lang in Wasser aufweicht und sie dann unter einer Glasglocke 14 Tage oder drei Wochen lang vollkommen ungestört stehen lässt.

Aber auch auf Glasplatten in Koch'schen Schalen kann man das *Penicillium* zur Sclerotienbildung bringen, wenn man auf jede Platte einen kleinen, durch strömenden Dampf sterilisirten Würfel aus Citronenschale legt, diesen dann mit *Penicillium*-Sporen impft und als Nährlösung später sterilisirten Citronensaft verwendet. Der kleine Würfel überzieht sich nämlich binnen wenigen Tagen mit den Conidienträgern des *Penicillium*, während sich das Mycel der letzteren auch auf der Glasplatte ausbreitet, bald die Kreisform annimmt und dann unter lebhaftem Spitzenwachsthum in centrifugaler Richtung weiterwächst. Anfangs werden auf den Glasplatten nur einfache Conidienträger aufgerichtet und zwar bald dichter, bald sporadischer in ringförmigen Zonen, später erst — besonders häufig nach reichlicher Ernährung mit Citronensaft — treten auch Coremienformen auf. Die Bildung der letzteren kann als ein gutes Zeichen für das Gelingen der Cultur angesehen werden. Denn auf jenen Platten, auf denen viele Coremien auftreten, kommt es auch in der Regel zur Scle-

---

[1] De Bary, vergl. Morphologie und Biologie der Pilze, S. 243.

[2] Herr Professor Wilhelm hatte die grosse Güte, mir ein Präparat zu zeigen, aus dem sich mit Evidenz ergab, dass auch aus den Sclerotien von *Aspergillus flavus* de Bary zuweilen Conidienträger hervorgehen können.

[3] Brefeld, Schimmelpilze, Heft Penicillium.

rotienbildung. Die Hauptbedingung zur Entstehung der letzteren bleibt aber immer ein üppig wachsendes, dicht verfilztes Mycel. So lange dieses nämlich noch das Aussehen eines mehr oder minder dichtmaschigen Netzes hat, werden nur Conidien gebildet, erst wenn es filzig und mehrschichtig wird, werden auch Sclerotien angelegt.

Ist aber einmal die Sclerotienbildung im Gange, dann können auch einzelne Sclerotien in minder dichten und mehr peripherisch gelegenen Myceltheilen entstehen. Nur in solchen dünnen, randständigen Mycelbezirken kann man die erste Anlage der Sclerotien direct beobachten. Die dichter verfilzten Mycelpartien taugen zu diesem Zwecke absolut nicht, weil die chaotisch sich durchkreuzende Hyphenmenge jede sichere Orientirung unmöglich macht und Schnitte in dem gegebenen Falle nicht zum Ziele führen.

Was nun die Anlage der Sclerotien selbst anbelangt, so sah ich diese an zahlreichen Stellen und in drei verschiedenen Culturen stets in derselben Weise entstehen.

An dem Ort nämlich, wo ein Sclerotium entstehen soll, schwellen einzelne Zellen an und füllen sich mit plastischen Stoffen, und zwar geschieht dies gewöhnlich in mehreren um einen bestimmten Punkt herum gelegenen Fäden gleichzeitig. (Taf. III, Fig. 1.)

Die anschwellenden Zellen können in einem Seitenast oder intercalar in einem Hauptfaden liegen. Mitunter vergrössern sich auch mehrere Zellen eines Hauptfadens, jedoch so, dass jede vergrösserte Zelle von der andern durch eine oder zwei nicht vergrösserte getrennt wird. Solche Mycelfäden erhalten dann eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Ganglienstrang. An den angeschwollenen Zellen entstehen dann ein bis drei Vegetationspunkte, aus denen je ein zarter, kurzer Seitenast unter verschiedenen aber unregelmässigen Krümmungen hervorwächst.

Indem sich nun diese zarten und gewöhnlich verschiedenen Fäden entstammenden Seitenzweige miteinander verflechten, entsteht in dem Mycel (eigentlich durch blosse Verdichtung der Zweigbildung) ein Knötchen, welches sich bald in der bekannten Weise durch Sprossbildung und Fächerung zu einem Sclerotium umbildet.

Nach meiner Beobachtung ist demnach die Sclerotiumanlage nicht das Product eines bestimmten Initialorganes und mehrerer Hüllzweige, sondern sie entsteht lediglich durch die Verflechtung mehrerer und wie es scheint vollkommen gleichartige Hyphen. Der Fall, dass zwei oder mehrere, aus ein und demselben Faden hervorgegangene Seitensprosse sich mit einander verschlingen und so den Kern des Sclerotiums bilden, ist möglich, wurde aber von mir nicht beobachtet. Die fernere Ausbildung des Sclerotiums, nämlich die Rindenbildung, Fächerung, Wasserausscheidung und Verdickung der Zellhäute etc. ist von Brefeld[1] so erschöpfend und anschaulich geschildert worden, dass ich auf dieses Detail hier nicht näher einzugehen brauche. Eines muss ich aber doch betonen, und zwar die Thatsache, dass das normale fertige Sclerotium (wenn man von der Rinde absieht) aus lauter gleichartigen Zellen besteht. Von dieser Thatsache kann man sich sowohl durch die Maceration, als auch durch Schnitte überzeugen. Es kann allerdings vorkommen, dass man im Innern einzelner Sclerotien Hyphenstränge findet, welche sich theils durch die Art ihrer Septirung, theils durch die Dicke ihrer Membran oder durch die Qualität ihres Inhaltes von den übrigen Zellen des Pseudoparenchyms unterscheiden. Eine nähere Prüfung eines solchen Falles ergibt aber, dass man es mit einer Abnormität zu thun habe, welche dadurch entstanden ist, dass die Sclerose oder die von aussen nach innen zu vorschreitende Septirung nicht alle Hyphen in vollkommen gleichmässiger Weise verwandelt hat. [2]

Cultivirt man die reifen Sclerotien nach der von Brefeld angegebenen Methode auf feuchtem Fliesspapier, so bilden sich entweder auf der Aussenseite derselben Conidien und Coremien, oder es entsteht im Laufe der achten oder neunten Culturwoche in ihrem Innern eine rundliche Höhlung in ganz analoger Weise wie in den Mikrosclerotien von *Melanospora* und *Sporormia* oder in den jungen Fruchtkörpern der meisten Pyrenomyceten. Denn auch hier wird der Hohlraum durch eine gallertige Degeneration

---

[1] O. Brefeld. Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. II. Heft. (Penicillium.)

[2] Derartig gestaltete Sclerotien traten in einer meiner Culturen ziemlich häufig auf, in den anderen dagegen fast gar nicht.

des innersten Zellcomplexes bedingt. Diese Degeneration ergreift zuerst die Verdickungsschichten der Zellen und erst später die bedeutend resistentere innerste Hautschicht derselben.

Zuweilen schreitet der Auflösungsprocess nicht vollkommen gleichmässig vom Centrum gegen die Peripherie zu fort, sondern es entstehen mehrere Höhlungen von höchst complicirter und unregelmässiger Form, die aber durch Stränge oder Platten resistenterer Zellpartien von einander getrennt werden. Allein alle diese Modificationen des Degenerationsprocesses führen schliesslich doch nur zur Bildung einer einzigen grossen, centralen Höhlung im Innern des Sclerotiums. Durch den höhlenbildenden Process wird demnach das ursprünglich gleichartig solide Sclerotium in eine Hohlkugel verwandelt, deren feste Wand gewöhnlich aus fünf bis sechs Zellschichten besteht. Die Zellhäute der zwei innersten Zellschichten sind merklich aufgelockert und lassen an einzelnen Stellen deutlich eine concentrische Schichtung erkennen. (Taf. III, Fig. 2.) Diese zwei Zellschichten verdienen unsere ganz besondere Aufmerksamkeit, weil aus ihnen die Ascogone, d. h. die ascenbildenden Hyphen hervorgehen.

Da in dem oben ausgesprochenen Satze das punctum saliens der ganzen Untersuchung liegt, so habe ich auch diesen Vorgang mit ganz besonderer Sorgfalt verfolgt und mich auch durch zahlreiche Schnitte und sorgfältige Überprüfung derselben vor Täuschungen sichergestellt. Die Aussprossung der Wandzellen ist nicht auf eine bestimmte Stelle beschränkt, wie bei vielen anderen, mit einem Ostiolum versehenen Pyrenomyceten, sondern sie kann an jedem beliebigen Punkte der Höhlenwand erfolgen. Doch treiben nicht alle Zellen der Wand aus, sondern nur einzelne. Mitunter betheiligen sich an dieser Sprossbildung auch einige Zellen der nächst tiefer liegenden Schicht. In diesem Fall tritt der neugebildete Spross gewöhnlich durch einen dreieckigen Interzellulargang hervor und wächst mit seiner Spitze gegen die Mitte der Höhle hin. Die Sprossbildung selbst erfolgt so, dass an irgend einer Stelle der Zelle ein Vegetationspunkt entsteht, und dass von diesem Punkte aus sich die Intima fadenförmig ausstülpt, wobei die äusseren (ohnehin bereits aufgequollelen) Zellwandlamellen einfach durchwachsen werden. Die Dicke des neu

entstandenen Fadens ist mehrmal kleiner, als der Durchmesser der Mutterzelle, doch gleicht sich dieser Dickenunterschied im Verlaufe des weiteren Wachsthums wenigstens an der Basis des Fadens theilweise aus, indem dieser sich hier flaschenförmig erweitert und so allmälig in die grössere Mutterzelle übergeht. (Taf. III, Fig. 2.) Die Spitzen der neugebildeten Fäden verfolgen unter leichten Krümmungen im Allgemeinen eine centripedale Richtung und wachsen demnach gegen den Mittelpunkt der Höhlung hin.

Was das Aussehen dieser Hyphen betrifft, so kann man nur sagen, dass dieselben sehr dünn, langzellig und farblos sind und sich dabei doch durch eine gewisse Steifheit auszeichnen, welch letzterer Umstand durch die relative Derbheit ihrer Membranen bedingt wird. Während ihrer weiteren Entwicklung bringen sie zweierlei Äste hervor, nämlich dicke und dünne. Die ersteren sind zartwandig, dicht mit plastischen Stoffen erfüllt, und zeigen die Tendenz zu einer Art von gehäuften und überstürzten Sprossbildung und ausserdem zu sehr complicirten Krümmungen und Windungen.

Wir wollen diese Hyphen Ascogone nennen und gleichzeitig hinzufügen, dass die Wachsthumsrichtung derselben eine centripedale bleibt.

Die dünnen Äste, welche sich schon frühzeitig von dem Hauptfaden abzweigen, verfolgen dagegen eine mehr tangentiale, d. h. der Höhlenwand parallele Wachsthumsrichtung, verästeln sich nur spärlich und besitzen eine verhältnissmässig derbe Membran. (Taf. III, Eig. 2*a.*) Aus den Ascogonen entwickeln sich bald die Asci, und zwar (wenn ich recht gesehen habe) sowohl als intercalare, als auch als laterale Anschwellungen der letzten Ascogon-Zweige. (Taf. III, Fig. 2*b.*)

Was geschieht aber mit den dünnen, tangential verlaufenden Ästen?

Nun diese bilden um den innern, aus Sporen, Schläuchen und Ascogonen bestehenden Knäuel eine locker gewebte, grossmaschige Hülle. Doch liegt letztere nicht, wie man vielleicht glauben sollte, an der Höhlenwand an, sondern sie wird von einer grösseren Anzahl kurzer und radial verlaufender Hyphen, als Stützen, getragen und so in der Höhlung

gewissermassen schwebend erhalten. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass wir in diesen Stützen jene (ursprünglich aus den Zellen der Höhlenwand herausgewachsenen) Hauptfäden wieder erkennen müssen, aus denen später die Ascogone und die Hüllfäden hervorgegangen sind.

Wenn das Sclerotium sich in dem eben beschriebenen Entwicklungszustand befindet, gelingt es durch Halbirung desselben leicht, die ganze Hälfte des inneren Ascusknäuels sammt der Hülle mit der Nadel herauszupräpariren. Betrachtet man dann die so gewonnene grünliche Masse unter dem Mikroskop, so ist man von ihrer grossen Ähnlichkeit mit einem *Gymnoascus* überrascht. Untersucht man dann näher, so findet man, dass diese Ähnlichkeit durchaus keine oberflächliche, sondern eine tief begründete ist, denn sie erstreckt sich nicht nur auf die Sporen und Asci, sondern auch auf den Bau der Hülle und prägt sich sogar in den einzelnen Grössenverhältnissen aus.

Da mich aber ein glücklicher Zufall ein neues *Penicillium* auffinden liess, dem Niemand den *Gymnoascus*-Charakter absprechen kann, so verschiebe ich die Erörterung der systematischen Frage auf den nächsten Abschnitt, der dieses *Penicillium* ausführlich behandeln soll.

Hier will ich nur noch einen anderen Punkt streifen, die Frage nämlich, ob wir in der Sclerotienfrucht wirklich den normalen *Penicillium*-Fruchtkörper vor uns haben?

Diesbezüglich kann ich nur auf die im vorigen Capitel beleuchteten Thatsachen verweisen, aus welchen hervorgeht, dass bei *Melanospora coprophila* und *M. fallax*, ferner bei *Sporormia minima* neben den typischen, d. h. auf kurzem Wege erzeugten Ascenfrüchten auch Sclerotienfrüchte vorkommen.

Es kann daher die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass sich *Penicillium* ähnlich verhält, d. h. dass auch bei diesen Ascomyceten neben den Sclerotienfrüchten auch noch normale, rasch entwickelte Fruchtkörper existiren. Für den Fall, dass sich meine Vermuthung bestätigen sollte, wage ich aber die Behauptung, dass diese Fruchtkörper einen ausgesprochenen *Gymnoascus*-Habitus zeigen werden. [1]

[1] Wenn ich in obiger Schilderung jeder Polemik sorgfältig aus dem Wege ging, so hat mich zu dieser Haltung hauptsächlich die Überlegung

Penicillium luteum nov. sp.

(Tafel III, Fig. 3—13.)

Asci in rundlichen, etwa $^1/_2$—2 *mm* grossen Knäueln, welche von einer mehrschichtigen, etwas locker gewebten Mycelhülle umschlossen werden.

Hülle anfangs eigelb, später orangegelb, endlich ziegelroth, aussen gewöhnlich mit sehr zarten, spiralig gewundenen Haaren wie mit einem Filz bekleidet und aus zweierlei Hyphen gewebt, nämlich aus vereinzelten dicken, torulösen und stark cuticularisirten Haupthyphen und aus zahlreichen dünnen Seitenzweigen; letztere sind nahezu glatt und etwa 1·7 μ dick, die ersteren mehrmal dicker. Asci röthlich, kugelig oder birnförmig, deutlich gestielt, etwa 8·8 μ lang, 7—7·8 μ breit. Sporen zu 8, zusammengeballt, elliptisch, circa 4·8 μ und 3·3 μ breit, in Masse röthlich. Das Episporium zeigt vier erhabene Querleisten (nämlich zwei nahe den Enden und zwei in der Mitte), auf welchen warzenförmige Vorsprünge sitzen.

Der Conidienträger besteht aus einem einfachen, septirten, aufgerichteten Faden, der sich oben trugdoldenartig in zahlreiche, gleichhohe Äste auflöst, von denen jeder einzelne eine Kette kugeliger Conidien abschnürt.

Diese Conidienträger überziehen entweder rasenartig grössere, filzige, dunkel gelbgrüne Mycelpolster, oder sie bilden Coremien. Letztere sind gewöhnlich rosenroth oder orangegelb gefärbt und mit einer graubläulichen Sporenmasse bedeckt.

Auf sehr feucht gehaltenen Galläpfeln und gemahlener Eichenrinde während des ganzen Jahres.

Die Cultur der Ascussporen gelang, nach mehreren missrathenen Versuchen, endlich im verdünnten Galläpfeldecoct.

---

bewogen, dass Brefeld selbst gegenwärtig einen ganz anderen Standpunkt einnimmt, als zur Zeit der Publication seiner *Penicillium*-Arbeit. Er hat diesen, seinen veränderten Standpunkt, speciell gegenüber dem *Penicillium*, in verschiedenen, zerstreuten Anmerkungen des 4., 6. und 7. Heftes seiner „Botanischen Untersuchungen" noch besonders markirt, ohne indessen auf das Detail der Fragen einzugehen. Wie Brefeld jetzt über dieses letztere denkt, kann ich allerdings nicht wissen. Da ich aber nicht den Beruf in mir fühle, eventualiter — offene Fenster einzuwerfen, so habe ich mich mit der möglichst objectiven Schilderung der Thatsachen, wie ich sie gesehen, begnügt.

Die auf diese Weise in Koch'schen Kammern erzogenen Fruchtkörper gelangten wohl zur Sporenreife, machten aber sonst den Eindruck halb verkümmerter, zwerghafter Individuen. Dasselbe gilt auch für Mycel und Conidien.

Ich bemerke nur noch, um Missverständnissen vorzubeugen, dass sich die nachfolgenden Mittheilungen über den Entwicklungsgang des *P. luteum* auf die Plattenculturen stützen und dass die letzteren selbst im Juni durchgeführt wurden.

Vor dem Keimen schwellen die Ascussporen etwas an und nähern sich dabei der Kugelform, ohne diese jedoch zu erreichen. Dann wird das Exosporium zwischen zwei Verdickungsleisten gesprengt, aber nicht abgeworfen und so das zarte Endospor blossgelegt. An diesem entstehen in der Regel zwei Vegetationspunkte, welche in entgegengesetzter Richtung auswachsen. Das sich nun entwickelnde, zarte Mycel gleicht anfangs fast in allen Stücken dem des *P. crustaceum.* Denn es zeigt dasselbe energische, centrifugale Spitzenwachsthum, dieselbe monopodiale Verzweigung, dieselbe frühzeitige Fächerung und dieselbe auffallende Gleichheit bezüglich der Dickendimensionen sämmtlicher Fäden und Zweige. Hier wie dort bleibt noch lange die ausgekeimte Spore mit dem anhängenden Epispor inmitten des sich horizontal und kreisförmig ausbreitenden Mycels sichtbar.

Erst nachdem das primäre Mycel des *P. luteum* einen Durchmesser von $1^1/_2$—2 *cm* erreicht hat, schlägt es einen anderen Entwicklungsgang ein, wie das *P. crustaceum.* Denn anstatt nun Conidienträger aufzurichten, bildet es an einzelnen Punkten seines Netzes (am liebsten in der Mitte) kleine (1—3 *mm* breite und 1—2 *mm* hohe) schwefelgelbe, halbkugelige Luftmycelhäufchen, auf denen dann entweder Conidienträger oder in denen die Ascenfrüchte entstehen können. (Taf. III, Fig. 3 und 4.)

An jenen Stellen, wo sich die schwefelgelben, rundlichen Flecken bilden sollen, verdichtet das primäre Mycel sein Netz durch eine reichlichere Zweigbildung und vereinzelte Anastomosen. Dann werden unter verschiedenen Winkeln einzelne Zweige aufgerichtet, welche sich im Ganzen in derselben Weise verzweigen, wie die horizontal verlaufenden Hyphen des primären Mycels, nur dass sich von nun an die Seitenzweige nicht mehr in eine Ebene, sondern nach verschiedenen Rich-

tungen stellen und ihre Spitzen nach allen Radien einer Halbkugel centrifugal fortwachsen. So entsteht ein locker gewebtes, schwefelgelbes, etwa halbkugeliges Mycelhäufchen von $1\frac{1}{2}$ *mm* Höhe und 1—3 *mm* Durchmesser. Die Fäden dieser jugendlichen Häufchen sind nahezu gleich dick und sehr zartwandig. Ihr schwefelgelbes Aussehen rührt von einem Farbstoff her, der anfangs gleichmässig sowohl den Zellinhalt als auch die Membranen tingirt. Sobald die Mycelhäufchen die oben erwähnten Dimensionen erreicht haben, hört bei denjenigen von ihnen, welche sich mit Conidienträgern bedecken, das Spitzenwachsthum der Zweige auf und ein grosser Theil derselben bildet sich nun durch eine wirtelförmige Zweigbildung in die bekannten pinselförmigen Conidienträger um, und zwar genau in derselben Weise, wie die Conidienträger des *P. crustaceum.*

Auf den Häufchen des *P. luteum* sind aber sämmtliche Conidienträger streng nach den Radien der mycealen Halbkugel orientirt. Die in Ketten abgeschnürten Sporen besitzen, sehr stark vergrössert, nicht eine rein kugelige Form, sondern erscheinen unregelmässig polyedrisch und mit einzelnen warzenförmigen Hervorragungen besetzt.

In Massen sehen sie lichtgrau aus. Diese Färbung rührt aber von einer ölartigen Substanz her, welche jede einzelne Spore einhüllt. Denn nach Entfernung dieser Substanz (durch absoluten Alkohol oder Äther) überzeugt man sich, dass die Sporen eigentlich bläulichgrün gefärbt sind.

Die halbkugeligen conidientragenden Mycelhäufchen können vier Wochen und darüber alt werden, weil sich fortwährend neue Conidienträger zwischen den alten vorschieben. Während dieser Zeit verliert das Mycel nach und nach sein ursprüngliches (schwefelgelbes) Aussehen und nimmt eine orangegelbe oder blutrothe Färbung an. Diese Umfärbung entsteht nicht etwa dadurch, dass sämmtliche Hyphen des Häufchens nach und nach einen anderen Farbenton bekommen, sondern so, dass sich nur einzelne Hyphen intensiv blutroth färben, die andern dagegen nur röthlich. Die stärker gefärbten Hyphen sind auch in der Regel drei- bis viermal so dick als die blässeren, und ihre Zellhaut zeigt überdies ziemlich auffallende, knotenarmige Auftreibungen von sehr verschiedener Grösse, Lage und Form. (Taf. III, Fig. 13.)

Der Farbstoff tingirt in diesen dicken Fäden nicht nur Inhalt und Membran, sondern er wird auch in fester Form, in Gestalt winziger Körnchen oder Schüppchen auf der Aussenseite der Zellwand niedergeschlagen.

Behandelt man solch gelb oder roth gefärbtes Mycel mit Ätzkali oder Ätznatron, so verfärben sich die Hyphen in das Dunkelblaue oder Violette. Mineralsäuren, z. B. wässerige Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure, stellen die ursprüngliche Färbung augenblicklich wieder her. Legt man dagegen die gefärbten Hyphen gleich anfangs in die genannten Säuren, so wird die Farbe der Hyphe durch die Säure nicht afficirt. Auch wirken weder die Ätzalkalien noch die Säuren lösend auf den Farbstoff. Dasselbe gilt auch für die fetten und ätherischen Öle, für Benzin und Xylol. Lässt man jedoch zu den, unter einem Deckgläschen liegenden, gefärbten Hyphen Alkohol oder Äther zufliessen, so sieht man den Farbstoff aus den Hyphen in die Flüssigkeit hinüber diffundiren, man sieht ferner, wie die auf der Aussenseite der Hyphen niedergeschlagenen festen Farbstoffkörnchen wolkenförmig gelöst werden.

Nach dem Mitgetheilten möchte ich den fraglichen Farbstoff für eine Pilzsäure halten, gestehe indessen zu, dass die angeführten mikro-chemischen Reactionen kein sicheres Urtheil begründen können.

Neben den conidientragenden Mycelpolstern bilden sich häufig auch Coremien, und zwar in einer dem *P. crustaceum* vollkommen analogen Weise, wesshalb ich hier abermals auf Brefeld's Arbeit verweise. Dem dort Gesagten will ich noch hinzufügen, dass die Coremien des *P. luteum* sich ebenfalls auf verdichteten Stellen des primären Mycelnetzes entwickeln, wie die Mycelhäufchen. Nur sind dieselben nicht schwefelgelb gefärbt, sondern rosenroth, auch streben die aufgerichteten Hyphen nicht in verschiedenen Winkeln in die Höhe, sondern sie erheben sich alle senkrecht von dem horizontalen Fadennetz. Bei vollständiger Reife der Coremien unserer Species erscheint das Säulchen unten gewöhnlich orangegelb, weiter oben dagegen (wo es sich garbenartig in die Sterigmen auflöst) intensiv blut- oder carminroth gefärbt und von einer bläulichgrauen Sporenmasse gekrönt. Es kommen indessen auch intermediäre Bildungen vor, bei deren

Beurtheilung man nicht weiss, ob man sie zu den Coremien oder zu den conidientragenden Mycelpolstern stellen soll. Dies gilt namentlich von solchen Formen, deren Conidienträger, ohne mit einander zu verwachsen, schwach von einander divergirend, sich ziemlich hoch über den Boden erheben und dann erst wirtelförmig verzweigen.

In Bezug auf die Art der Sporenbildung, auf die Grösse, Form und Farbe der Sporen stimmen jedoch sämmtliche Conidienbildungen der Culturen mit einander überein.

Die Ascusknäuel (Fruchtkörper) entstehen ebenfalls aus halbkugeligen, schwefelgelben Mycelflocken, welche sich in derselben Weise aus dem primären Mycel entwickeln, wie die conidientragenden Mycelhäufchen. Daher kann man auch a priori nicht darüber entscheiden, ob sich aus einer solchen Flocke Fruchtkörper oder Conidienträger entwickeln werden. Dies merkt man erst, nachdem das Spitzenwachsthum der Fäden und demnach auch die Grössenzunahme der Mycelhäufchen beendigt ist. Denn dann zeigen die Hyphen jener Häufchen, in denen ein Fruchtkörper entstehen soll, wellenförmige Biegungen, ja zuweilen spiralige Windungen. (Taf. III, Fig. 4.)

Dabei verdicken sie etwas ihre Membranen und färben sich überdies tiefer gelb (dottergelb). Bald darauf treten in den centralen Theilen der Mycelflocke die ersten Anlagen der Fruchtkörper auf, und zwar merkwürdiger Weise in zwei Formen, nämlich entweder in der Gestalt eines dicken, schraubig gewundenen Seitenzweiges, oder in der Form eines angeschwollenen, geraden, intercalaren Fadenstückes.[1] (Taf. III, Fig. 5 und 6.)

Beide Formen umfassen mehrere Zellen und sind durch einen protoplasmareichen auffallend orangegelb oder blutroth gefärbten Inhalt ausgezeichnet; aus beiden Formen entwickelt sich unter günstigen Umständen in gleicher Weise der Ascusknäuel.

---

[1] Es kommt allerdings auch vor, dass ein solcher schraubig gewundener Zweig einen anderen umfasst und sich um diesen herumschlingt. Da aber immer nur die Schraube selbst gefärbt ist, der umfasste Zweig hingegen nicht, und weil überdies in den meisten Fällen nur die Schraube allein entwickelt wird, so muss ich das gelegentliche Umfassen eines Zweiges durch die Schraube für zufällig und unwesentlich halten.

Der Umstand also, ob das fertile Fadenstück (Initialorgan) gerade, schwach gekrümmt oder spiralig eingerollt ist, kann (wenigstens bei *P. luteum*) von keiner wesentlichen Bedeutung sein. Die Grösse der Windung scheint mir vielmehr davon abzuhängen, ob sich das Fortpflanzungsplasma[1] (Idioplasma im Sinne Nägeli's) in einem kurzen Seitenzweig oder in einem intercalaren Fadenstück ansammelt. Ist das erstere der Fall, dann macht das freie Ende des Seitensprosses jene Bewegung, welche bei Pilzzellen überaus häufig vorkommt und die wahrscheinlich identisch ist mit der Urbewegung aller Pflanzen, der Circumnutation,[2] und in Folge dessen kommt es zu den verschiedenen schraubigen Bildungen.

Im letzteren Falle dagegen, wenn sich nämlich das Fortpflanzungsplasma in einem intercalaren Fadenstück sammelt, unterbleiben die schraubigen Windungen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil hier kein freies Fadenende vorhanden ist, das sich bewegen könnte.

Von den zahlreichen, in einem Mycelhäufchen vorhandenen Fruchtanlagen, gelangen immer nur einige wenige (4—6) zur weiteren Entwicklung. Diese Wenigen werden aber von einer gemeinschaftlichen Hülle eingeschlossen, so dass der Fruchtkörper des *P. luteum* als das Product mehrerer Fruchtkörperanlagen betrachtet werden muss. (Taf. III, Fig. 10.)

Die Entwicklung jeder einzelnen Anlage besteht zunächst darin, dass sich die Zellen des Initialorganes (des fertilen Astes oder des intercalaren Fadenstückes) durch Querwände ein- bis zweimal septiren. Die neugebildeten Zellen vergrössern sich dann rasch, schwellen kugelig oder tannenförmig an und treiben alsbald ringsum zahlreiche, sphärische Ausstülpungen. (Taf. III, Fig. 5*d*, 6*bc*.) Aus letzteren geht das ascogone Hyphensystem hervor, indem sich die Ausstülpungen des Initialorganes zu kurzen, dicken, protoplasmareichen Zweigen verlängern, welche sich alsbald mit einander verschlingen, um abermals auszusprossen und auf diese Weise endlich die Sporenschläuche oder Sprosse letzter Ordnung hervorzubringen. (Taf. III, Fig. 7, 8, 9.)

---

[1] Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre.

[1] Ch. Darwin, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. J. Wiesner, Bewegungsvermögen. Wien 1881.

Das Detail dieser Sprossungen lässt sich verschiedener ungünstiger Umstände wegen nicht verfolgen. Doch erfährt man aus Zupfpräparaten, dass die Sporenschläuche sowohl lateral als intercalar gebildet werden. Im letzteren Falle bleibt jedoch zwischen zwei Sporenschläuchen immer eine (selten zwei) Zelle steril. Die Asci sehen in der Jugend rundlich, später birnförmig aus, sind immer deutlich gestielt und ausgesprochen röthlich gefärbt. (Taf. III, Fig. 9a.) Die Sporenbildung geschieht in der bekannten Weise, indem in jedem Ascus 8 Zellkerne auftreten, um welche herum sich das röthlich gefärbte Protoplasma in 8 Partien sammelt, die durch hellere Zonen von einander abgegrenzt werden. Dann folgt die Membranausscheidung und Cuticularisirung. Durch Degeneration der Ascuswand werden die Sporen zuletzt frei, bleiben aber auch dann noch zu 8 in einer kleinen Gruppe vereinigt, weil jede einzelne Spore von einer sehr zarten Schleimhülle umgeben ist, durch welche sie an der nächsten anklebt. Die Cuticula der elliptischen Spore zeigt in vier gleichen Abständen leistenförmige Verdickungen, auf welchen wieder stachelförmige Hervorragungen sitzen. Man könnte also die ganze Spore mit einem elliptischen Fässchen vergleichen, das in gleichen Abständen vier Reifen trägt. Zwei von diesen Reifen sitzen an den Enden, die beiden anderen gegen die Mitte zu. Die Warzen würden grossen Nägeln in den Reifen entsprechen. (Taf. III, Fig. 12.)

Da ein normaler Fruchtkörper [1] des *P. luteum* gleichzeitig mehrere und verschieden weit entwickelte Ascusanlagen enthält, so findet man auch gewöhnlich in seinem Innern neben den reifen Sporenhäufchen noch unreife Schläuche und ascogone Hyphen. (Taf. III, Fig. 11.)

Wie bildet sich aber um die einzelnen Anlagen die gemeinschaftliche Hülle? Behufs Beantwortung dieser Frage muss ich zuerst darauf aufmerksam machen, dass jede einzelne Anlage ausserdem ascogonen Hyphencomplex auch noch anders gestaltete, nämlich dünne, myceale Zweige entwickelt. Diese dünnen Hyphen nun, welche aus dem basalen und excentrisch gelegenen Theil

[1] In den Plattenculturen bildet sich zuweilen auch aus einer einzigen Anlage ein Fruchtkörper. Derselbe gelangt wohl zur Sporenreife, bleibt aber im Vergleich mit den normalen Knäueln zwerghaft.

des Initialorganes entspringen, müssen als der erste Anfang zur Hüllbildung angesehen werden. [1] Ist die Hüllbildung auf diese Weise einmal eingeleitet, dann betheiligt sich an derselben, durch lebhafte Sprossbildung, auch das zunächst gelegene Mycel. Die von dem letzteren entwickelten Zweige verfolgen ebenfalls eine tangentiale Richtung und verflechten sich dabei auf das mannigfaltigste untereinander. Gleichzeitig werden sie kurzgliedriger, dicker und röther und weichen zuletzt in ihrem ganzen Aussehen weit von den gewöhnlichen Mycelfäden ab. Auch innerhalb der Hüllfäden kommt es zu Differencirungen, indem einzelne Hyphen ein lebhafteres Dickenwachsthum zeigen als andere und sich auch durch eine intensivere Färbung, sowie durch knotige Auftreibungen der Membran auszeichnen. Am dichtesten verweben sich die Fäden der Hülle nach innen, d. h. gegen die Ascusknäuel zu, nach aussen hin liegen sie lockerer und gehen an der äussersten Peripherie in zarte, spiralig gewundene Hyphen über, welche von den gewöhnlichen Hyphen des Mycels kaum mehr zu unterscheiden sind. (Taf. III, Fig. 10 und 11.)

Im Vorhergehenden wurde die Entwicklung des *Penicillium luteum* so geschildert, wie sie auf den Glasplatten in der Koch'schen Kammer vor sich geht. Auf dem natürlichen Substrate, nämlich auf den Galläpfeln, entwickelt es sich jedoch unvergleichlich üppiger und bekommt in Folge dessen einen ganz anderen Habitus. So treten z. B. die schwefelgelben Mycelflocken daselbst nur im Anfang der Vegetationsperiode auf, später fliessen dieselben zusammen und es entstehen dicke, ausgebreitete Mycelpolster, die sich entweder mit Conidien bedecken, oder in welchen, wie in einem Stroma, Fruchtkörper gebildet werden. Die Fruchtkörper erzeugenden Myceltheile sind in der Regel etwas dichter gewebt, als die anderen, denn sie besitzen eine tuchartige Structur und eine eigelbe bis orangegelbe Färbung. [2] Die conidientragen-

[1] Die Analogie mit dem *P. crustaceum* liegt hier auf der Hand. Denn auch bei dieser Species entwickeln die aus der Sclerotienwand hervorspriessenden Hyphen zweierlei Zweige, nämlich ascogone und einhüllende (mycelartige). Die letzteren wachsen ebenfalls in tangentialer Richtung und verflechten sich zu einer, allerdings sehr lockeren Hülle.

[2] Besonders schön erhält man dieses hochgelbe Mycel auf Korkplatten, die auf Galläpfeldecoct schwimmen. (Diese Methode brachte zuerst A.

den Mycelpolster sind dagegen etwas lockerer gewebt und erscheinen wegen der sie bedeckenden Sporenmassen dunkel gelbgrün. Auch muss die Beständigkeit und Reinheit erwähnt werden, mit der sich das *P. luteum* auf den Galläpfeln und den anderen gerbstoffreichen Substanzen behauptet. Denn, wenn es einmal den *Aspergillus niger* und *A. flavus* — seine gefährlichsten Concurrenten — besiegt hat, dann erhält es sich unter der Glasglocke monatelang merkwürdig rein.

Nach dem Gesagten fürchte ich auf keinen Widerspruch mehr zu stossen, wenn ich erkläre, dass die Gattung „*Penicillium*" in die Familie der *Gymnoasci* eingereiht werden muss.

Worin liegt aber ihr Gattungscharakter? Die Antwort ergibt sich aus Folgendem. Bisher sind von dem Genus *Penicillium* nur drei Species genauer, d. h. sammt den Fruchtkörpern bekannt, nämlich das *P. aureum* van Tieghem, das *P. luteum* und *P. crustaceum*.

Das *P. aureum* zeichnet sich vor den beiden anderen durch glatte Sporen aus; ausserdem ist seine Hülle ungewöhnlich dicht, wenn auch noch immer nicht pseudoprarenchymatisch. Die goldgelben Conidienträger gleichen vollkommen denen der anderen Species.

Bezüglich des feineren Baues der Ascusknäuel stimmen alle drei Arten mit einander überein; aber in diesem liegt eben der Familiencharakter. Auch in den Ascussporen kann das Gemeinsame des Artbegriffes nicht liegen, denn von den drei in Frage kommenden Species besitzen zwei ein ornamentirtes, die dritte ein glattes Epispor. Wenn nun also der Gattungscharakter weder in den Ascusknäueln, noch in den Sporen gefunden werden kann, worin liegt er dann? Offenbar in den Conidienträgern; denn diese stimmen, wenn man von der Farbe absieht, bei allen drei Species bis in das kleinste Detail mit einander überein. Das Auftreten von Sclerotien (bei *P. crustaceum*) kann aber weder den Familien- noch den Gattungscharakter alteriren, weil dieses (wie wir bei *Melanospora* und *Sporormia* gesehen haben) nicht einmal immer für ein- und dieselbe Species charakterisch ist.

Möller bei seinen Culturen der Flechtenspermalien im Brefeld'schen Laboratorium in Anwendung.)

IV. Capitel.

Über einige *Ascobolus*-Arten.

Seit Woronin's,[1] Janczewski's[2] und Borzi's[3] Untersuchungen hat sich die Meinung festgesetzt, dass sich die Apothecien aller Ascoboleen in einer ähnlichen Weise entwickeln. Ich muss jedoch, auf Grund meiner Beobachtungen, dieser Ansicht entgegentreten. Die nachfolgenden Mittheilungen werden im Gegentheil auch für die Ascoboleen die Richtigkeit des Satzes beweisen, dass die Ascenfrüchte sehr nahe verwandter Arten in fundamental verschiedener Weise entstehen können.

Ascobolus immersus Pers.

Tent. disp. Meth. Fung. p. 35; Obs., p. 35, Tab. IV, Fig. 7 *d*, *c*. *Ascobolus macroscopus* Crouan, Ann. sc. nat., 1857 t. VII. *Ascobolus gigasporus*, De Notaris, Prof. dei Dysc., in Comm. del Soc. Caitt. Ital. 1863, p. 360.
(Tafel IV, Fig. 20—26.)

Es ist mir nie gelungen, die grossen Sporen dieses Pilzes zur Keimung zu bringen, obgleich ich dieselben zuletzt mit Brot den Darmtract eines Kaninchens passiren liess, das ich eigens zu diesem Zwecke in einem Käfig hielt. Dennoch habe ich fast den ganzen Entwicklungsgang dieses Pilzes beobachtet, selbstverständlich mit Ausnahme des Keimungsprocesses. Ich verdanke diesen Erfolg einem Verfahren, welches im Wesentlichen darin besteht, dass man einzelne, noch sehr junge Ascobolus-Früchte mit der Lanzettnadel von dem natürlichen Substrate abhebt, halbirt, auf Glasplatten überträgt und mit Mistdecoct ernährt. Aus den Fruchthälften entwickelt sich dann in der Regel ein Mycel, an welchem unter günstigen Umständen wieder neue Fruchtkörper entstehen können. Dabei machte ich folgende Wahrnehmungen.

1. Jede Zelle der getheilten Fruchtkörper (mit Ausnahme der eventuell bereits vorhandenen Asci) kann in einen Mycelfaden aussprossen.

---

[1] Woronin, Entwicklungsgeschichte des Ascobolus ulcherrimus und einiger Pezizen. Beitr. z. Morph. u. Physiol. der Pilze II.

[2] Janczewski, Morphologie des Ascobolus furfusaceus. Bot. Ztg. 1871.

[3] Borzi, Studii sulla sessualità dogli Ascomycete. N. Giorn. Bot. Ital. Vol. X. 1878.

2. Der Versuch gelingt umso leichter, je jünger der zerschnittene Fruchtkörper ist.

3. Empfiehlt es sich auch, ein winziges, sterilisirtes Stück des natürlichen Substrates mit auf die Glasplatte zu legen, damit die neugebildeten Schläuche einen festen Ansatzpunkt finden.

Das durch Aussprossung der halbirten Fruchtkörper auf den Glasplatten entstehende Mycel zeigt gleich den von *Botrytis cinerea* ein lebhaftes centrifugales Spitzenwachsthum und eine nicht ganz regelmässige, monopodiale Verzweigung. Die Hauptfäden dieses Mycels verlaufen ziemlich geradlinig, sie sind braun gefärbt und auch bedeutend dicker als die Nebenachsen. Letztere zweigen unter allen möglichen Winkeln ab und entwickeln sich in der Regel zu längeren oder kürzeren Fäden, aus welchen durch Sprossung der Zellen abermals neue dünnere Nebenachsen in basifugaler Folge hervorgehen. An älteren Myceltheilen werden jedoch mitunter auch kurze, aus 4—6 Zellen bestehende Äste gebildet, die sich in der Regel gegen das freie Ende hin keulenförmig verdicken. Die Endzellen dieser kurzen und oft sichelförmig gekrümmten Zweige können sich abrunden, mit einer derben braunen Membran umgeben und zuletzt auch abgliedern. Sie müssen daher als Sporen (Gemmen) angesprochen werden. Zuweilen schwillt aber nur eine Zelle des kurzen Astes, nämlich die Endzelle, bedeutend an, wird eiförmig und derbwandig, theilt sich zuerst durch 2—3 Querwände, dann durch einige Längswände und bildet endlich eine grosse braune, zusammengesetzte Spore von der Form der Hyphomyceten-Gattung *Stemphylium* Wallr. An ganz alten Mycelien kommt es mitunter zu Strangbildungen, indem sich 4—6 Seitenzweige aneinander legen und dann nur mit ihren Spitzen in der Form eines (mikroskopischen) Stranges weiterwachsen. Wenn das beschriebene Mycel eine Ausdehnung von 4—5 *cm* erreicht hat, dann treten an demselben die ersten Anlagen der Apothecien auf. Gewöhnlich entstehen diese letzteren so, dass sich ein kurzer, mit stark lichtbrechendem Inhalt erfüllter Seitenast bogig aufrichtet und dann von 2—3 anderen aber gleich dicken und ähnlich aussehenden Seitenästen umschlungen wird. Die Anlage des Apotheciums kommt also durch die Verflechtung mehrerer gleich dicker und ähnlich aussehender Hyphen zustande und besteht in einem, in Vergleich

zu der späteren Grösse des Pilzes, erstaunlich kleinen Hyphenknäuel von 16—20 μ. (Taf. IV, Fig. 20.) Dieser Knäuel vergrössert sich aber durch Neubildung, Fächerung und Zellstreckung rasch, bildet eine bräunliche, pseudoparenchymatische Rinde und nimmt nach 4—5 Tagen die Form eines Brotlaibes an. (Taf. IV, Fig. 21.) Auf dieser Stufe gleicht unser *Ascobolus* ganz einem Pyrenomyceten. Später schlägt er jedoch einen, vom Pyrenomycetentypus etwas abweichenden Entwicklungsgang ein.

Bei den meisten Perithecien lassen sich nämlich deutlich drei Entwicklungsphasen unterscheiden, welche durch die Bildung eines soliden, pseudoparenchymatischen Zellkörpers, durch die Entstehung einer centralen Höhlung und des ascogonen Hyphensystemes und endlich durch die Entwicklung der Sporenschläuche charakterisirt werden. Von diesen drei Entwicklungsstufen wird der erste, nämlich der solide, pseudoparenchymatische Zellkörper, durch den *A. immersus* so gut wie übersprungen, denn erstens behält der junge Fruchtkörper in seinem Innern die Hyphenstructur bei und zweitens beginnt die Anlage des ascogonen Hyphencomplexes schon zu einem Zeitpunkte, wo noch nicht einmal die Differencirung der Rindenschicht (aus dem primären Hyphenknäuel) vollständig durchgeführt ist.

Auch in Bezug auf die Höhlenbildung weicht unser *Ascobolus* von dem Pyrenomycetentypus ab, denn die Höhlung wird nicht in der Mitte des Fruchtkörpers, sondern in der Nähe seines Scheitels angelegt, sie entsteht ferner nicht durch Degeneration einer Zellpartie, sondern durch einen bestimmten Wachsthumsprocess und durch das Auseinanderweichen gewisser Gewebstheile. (Taf. IV, Fig. 23 und 24.) Was den erwähnten Wachsthumsprocess anbelangt, so manifestirt sich derselbe äusserlich so, dass der Fruchtkörper unter fortwährender Volumzunahme seine Brotlaibform verliert und dafür die Gestalt eines kurzen, oben stumpf abgerundeten Kegels gewinnt. Diese Gestaltveränderung wird hauptsächlich durch die enorme Entwicklung des ascogonen Hyphencomplexes hervorgerufen, der bei dieser Species nicht nur den basalen und mittleren Theil des Fruchtkörpers erfüllt, sondern auch an den Wänden hinaufsteigt, bis in die Nähe seines Scheitels. Ja man kann ohne Übertreibung sagen, dass kurz vor der Anlage der Sporenschläuche die ganze Masse

des Fruchtkörpers grösstentheils aus ascogonen Hyphen besteht. (Taf. IV, Fig. 24.) Wozu dient aber diese ungewöhnliche Entfaltung der Ascogone und die damit verbundene Anhäufung von Protoplasma, Fett und anderen Nährstoffen? Nun, offenbar hängt dieselbe mit dem Stoffverbrauch zusammen, der durch die spätere Entwicklung der ungewöhnlich grossen Asci und Sporen bedingt wird.

Noch bevor die Ascogone die geschilderte Entwicklung erreicht haben, entsteht durch das rasche Wachsthum des Fruchtkörperscheitels, sowie durch den Umstand, dass die Ascogone nur an der Wand bis in die Nähe des Scheitels emporsteigen, in der Mitte aber nicht, ein Hohlraum, der jedoch wieder alsbald durch die aus den Zellen der Höhlenwand hervorsprossenden Paraphysen ausgefüllt wird. Während sich nun diese Parenphysen rasch vermehren und bedeutend in die Länge wachsen, erleidet der Fruchtkörper abermals eine Gestaltveränderung, indem er aus der kegelförmigen in die cylindrische Form übergeht. Um diese Zeit entstehen auch die ersten Asci, als directe Seitensprosse der Ascogone. Da sich aber hauptsächlich nur die innerste Schicht in der Basalregion des Fruchtkörpers an der Schlauchbildung direct betheiligt, die übrigen Theile des ascogonen Hyphencomplexes dagegen nur Nährmittel zuführen, so könnte man von einer Arbeitstheilung unter den Ascogonen sprechen, wenn nicht — die Grenzen ihrer Leistung zu sehr verwischt wären.

Sobald die ersten Asci entstehen und sich zwischen die Paraphysen hinaufschieben, fangen die letzteren zu verschleimen an. Dabei vergallerten zuerst die äussersten Membranschichten der Paraphysenzellen, während sich die inneren noch für längere Zeit resistenter zeigen. Zuletzt werden sämmtliche Paraphysen von einer erstaunlich grossen Menge einer schwefelgelben Gallerte eingehüllt, welche wahrscheinlich bei der später stattfindenden Sprengung der Fruchtkörperhülle eine active Rolle spielt. Die Entwicklung der Asci, die Anlage und Ejaculation der Sporen erfolgt gerade so, wie bei den anderen *Ascobolus*-Arten, und ich kann den diesbezüglichen Beobachtungen kaum etwas Neues hinzufügen. Höchstens möchte ich bezüglich des die Sporen einhüllenden Gallerthofes bemerken, dass man gerade bei dieser

Species besonders deutlich beobachten kann, wie die Gallerte von aussen auf die Sporen niedergeschlagen wird und daher auch nicht durch Degeneration an der äussersten Sporenhautschichte entstehen kann.

Bei der Sporenejaculation wird der Ascusscheitel kappenförmig abgeworfen und die 8 Sporen werden auf einmal, in Form eines länglich runden Ballens, herausgeschleudert. Eine Verankerung der Zellen im Ascusscheitel kann nicht nachgewiesen werden, doch verbleibt der Sporenballen, während des ganzen Actes der Streckung, fortwährend unter dem Ascusscheitel. Die herausgeschleuderten Sporen zeigen eine viel schmälere Gallerthülle, als innerhalb des Schlauches. Dies kommt daher, weil ein Theil der Gallerthülle, während der Streckung des Sporenschlauches, zur Vermehrung der quellbaren Substanzen verbraucht wird. Von dieser Verwendung kann man sich durch den Augenschein überzeugen, da sich nicht selten einzelne zufällig herausgepresste Asci noch auf dem Objectträger strecken und im Wassertropfen ejaculiren. Der Rest der Gallerthüllen scheint als Klebemittel zur Verbindung der Sporen zu dienen.

Die Berstung der sehr elastischen und dabei ziemlich festen Fruchtkörperhülle erfolgt oft so spät, dass zur Zeit des Aufbrechens gewöhnlich schon mehrere, vollkommen reife Sporenschläuche vorhanden sind. Dadurch erhält unser Pilz etwas von dem Habitus einer *Sordaria.* (Taf. IV, Fig. 25.) Diese Ähnlichkeit verflüchtigt sich allerdings sofort, wenn später der Fruchtkörper die Becher- oder Scheibenform erlangt.

Schliesslich muss ich bemerken, dass ich von einem Scolecit, wie ihn Borzi[1] beschreibt, absolut nichts auffinden konnte. Derselbe misst (nach den Angaben dieses Autors) über 100 μ und besitzt ausserdem eine sehr auffallende Form. Da es nicht wahrscheinlich ist, dass man ein so grosses und so auffallend gebautes Organ übersieht, so muss hier entweder ein Fall von ganz ausserordentlicher Variabilität oder irgend eine Täuschung von Seite Borzi's[2] vorliegen.

---

[1] Ibidem.

[2] Was Borzi über die Befruchtung der *Ascobolus pilosus* Boud. durch Spermatien meint, ist mir trotz der vorzüglichen Übersetzung, die ich einem Freunde verdanke, unverständlich geblieben.

Ryparobius pachyascus nov. spec.

Exsicc.: Rehm, Ascomyc. 914 b.
(Tafel IV, Fig. 1—7.)

Apothecien gesellig, selten vereinzelt, kugelig oder flachgedrückt kugelig, fast ganz in die oberflächliche Gallertschichte des Substrates eingebettet, dünnwandig, häutig, pseudoparenchymatisch, durchscheinend gelblich, selten bräunlichgelb, 60—100 μ breit. Schläuche meist zu 4—8 (selten 1—3 oder 1—6), dickwandig, eiförmig, am Grunde wenig verschmälert, mit einer differencirten Hautstelle am Scheitel, 77—80 μ lang und 38—40 μ breit, mehr als 64 Sporen enthaltend. Sporen gestreckt elliptisch, an den Enden etwas zugespitzt, mit schmalem Gallertsaum, einzellig, farblos, etwa 5—6 μ lang und 3—4 μ breit, vor der Entleerung zu einem kugeligen Haufen vereinigt, im obersten Theile des Schlauches liegend. Parenphysen, sparsam, leicht zerfliessend, ästig, am Ende häufig gekrümmt.

Von mir auf Mist von Pferden und Kaninchen cultivirt. Wien, Spätherbst 1885.

Die Sporen dieses Pilzes werden mit grosser Kraft ejaculirt und können daher in der bekannten Weise mit Glasplatten aufgefangen werden. Sie keimen aber daselbst nur sehr schwer, da sie ungeheuer empfindlich gegenüber dem Chemismus der Nährlösung sind. Endlich ist es mir aber doch gelungen, ein Decoct aus Kaninchenmist zu finden, dessen Concentration ihnen zusagte und in dem sie binnen 24 Stunden keimten. Vor dem Keimen schwellen die winzigen Sporen an, runden sich ab und werden durchsichtiger und vacuolenreicher. Dabei wird das zweite Epispor ganz gleichmässig ausgedehnt, so dass es vollkommen intact bleibt. Dann bildet sich auf einer beliebigen Stelle der Spore ein Vegetationspunkt, aus welchem der Keimschlauch heraustritt. Aus letzterem entwickelt sich binnen acht Tagen (im Spätherbst) ein etwa centimetergrosses, sehr zartes und farbloses Mycel, das sich in der Ebene der Glasplatte monopodial verzweigt, nur in den Scheitelzellen der centrifugal fortwachsenden Zweige septirt und eine grosse Neigung zu H-förmigen Fusionen zeigt. Bis zu einem gewissen Zeitpunkt sind sämmtliche Fäden dieses Mycels gleich dick, nämlich etwa 3 μ, dann aber schwellen einige Zellen

der Fäden bedeutend an (oft mehrere hintereinander) und füllen sich mit einem glänzenden, fettreichen Protoplasma. Aus diesen angeschwollenen Zellen können sich nun entweder Gemmen oder die Anlagen der Fruchtkörper entwickeln. Soll das erstere geschehen, dann runden sich die vergrösserten Mycelzellen beinahe kugelig ab und bekommen eine derbe, feinwarzige Cuticula. (Taf. IV, Fig. 10.) Im letzteren Falle dagegen, d. h. bei der Anlage der Fruchtkörper, bleibt die vergrösserte Mycelzelle zartwandig und treibt gewöhnlich einen, oben kolbig verdickten Spross senkrecht in die Höhe. (Taf. IV, Fig. 1 *a*, *b*.) Dieser wird dann von anderen, ähnlichen Sprossen, die aus seiner Basis oder aus der vergrösserten Mycelzelle hervorgehen, in unregelmässigen Windungen so umwachsen, dass ein Hyphenknäuel entsteht. (Taf. IV, Fig. 2, 3.) Nicht selten unterbleibt aber die Aufrichtung des senkrechten Sprosses ganz, dagegen spriessen aus der vergrösserten Mycelzelle gleichzeitig 2—3 scheinbar gleichartige Zweigchen hervor, die sich sofort mit einander verknäueln. (Taf. IV, Fig. 2 *b*, *c*.) Im letzteren Falle kann man mit dem besten Willen keine der verschlungenen Hyphen als „Archicarp" ansprechen.

Sobald sich aber einmal der primäre Knäuel auf die eine oder die andere Art gebildet hat, bemerkt man in demselben auch schon, und zwar in der Nähe seiner Basis, eine stark lichtbrechende, vergrösserte Zelle. Aus dieser letzteren entwickeln sich durch Sprossung die Ascogone, d. h. einige kurze, protoplasmareiche, geschlängelte Hyphen, aus denen später die Asci hervorgehen.

Von dem Zusammenhange der Ascogone mit der vergrösserten Zelle in der Basis des Fruchtkörpers kann man sich — besonders nach Anwendung eines Färbemittels — auch ohne Präparation überzeugen, weil zu dieser Zeit der Knäuel noch transparent genug ist, um bei richtiger Einstellung den Sachverhalt erkennen zu lassen. (Taf. IV, Fig. 5, 6, 7.) Unter günstigen Umständen sieht man sogar noch mehr; man kann dann knapp unterhalb der Mutterzelle der ascogonen Schläuche noch 2—3 andere Zellen entdecken, die ebenso gross aber leer sind, und die zu derselben Hyphe zu gehören scheinen, wie die Mutterzelle der Ascogone. (Taf. IV, Fig. 7.)

Aus dem Gesagten folgt, dass sich schon sehr frühzeitig in der Basis des primären Knäuels eine Hyphe differencirt, welche alle wesentlichen Eigenschaften gemeinsam hat mit dem Scolecit der Ascobolus-Arten.

Kurz nach dem Auftreten der Ascogone entwickeln sich auch die Sporenschläuche, und zwar als directe Seitensprosse derselben. Gewöhnlich bilden sich nur 4 oder 8 Schläuche (selten 1, 2 oder 16), und meist schon zu einem Zeitpunkte, wo der junge Fruchtkörper noch nicht den fünften Theil seiner zukünftigen Grösse erreicht hat.

Fast gleichzeitig mit den Schläuchen spriessen aus den Zellen der Fruchtkörperbasis (nicht aus den Ascogonen) die fädigen, schwach verzweigten Paraphysen hervor, welche sich über den jungen Schläuchen kuppelförmig zusammenneigen. Gleichzeitig differenciren sich die obersten Hyphen des Knäuels, sobald sie sich lückenlos ineinander geschoben haben, durch Fächerung und Streckung ihrer Zellen, zu einer dünnen (im Querschnitt 2- bis 3schichtigen), häutigen Hülle (Fruchtwand). Die fernere Entwicklung des Fruchtkörpers manifestirt sich äusserlich nur in der, durch das Wachsthum der Asci bedingten Vergrösserung der Fruchthülle und in der Ausbildung der Rhizoiden. Diese letzteren erscheinen bald nach der ersten Anlage der Schläuche und fallen sowohl durch ihre Dicke, sowie durch ihren Reichthum an plastischen Stoffen auf. Sie scheinen für unseren Ryparobius überhaupt eine grössere Bedeutung zu besitzen, als für die meisten anderen Ascomyceten, wo sie gewöhnlich nur als Haftorgane functioniren, und ich bin in Anbetracht ihres grossen Gehaltes an plastischen Stoffen zu glauben geneigt, dass sie hauptsächlich dazu dienen, den Sporenschläuchen Nährmaterial zuzuführen. Diese Ansicht wird noch durch die Thatsache gestützt, dass die reifen Schläuche bezüglich ihrer Masse in gar keinem Verhältniss zu stehen scheinen zu den fast rudimentär entwickelten Ascogonen.

Die oben erwähnte scolecitartige Hyphe aber dürfte (die Richtigkeit meiner Annahme vorausgesetzt) als eine Art von Leithyphe functioniren, welche die, in den Rhizoiden bereiteten Nährstoffe den Ascogonen und Schläuchen zuführt.

Die Hülle öffnet sich auf dem Scheitel des kugeligen Fruchtkörpers, und zwar unregelmässig durch das Auseinanderweichen einer Anzahl von Zellen. Da dies gewöhnlich erst geschieht, wenn die Asci und Sporen bereits ihre vollkommene Reife erlangt haben, so ähnelt in dieser Beziehung unser Ryparobius noch mehr einem Pyrenomyceten, als der *A. immersus.*

Ist aber einmal in der Hülle auch nur die kleinste Öffnung entstanden, dann erweitert sich dieselbe rasch, d. h. binnen wenigen Stunden, so dass sie bald nur noch schalenförmig die Sporenschläuche umgibt.

Um diese Zeit kann man sowohl auf dem natürlichen Substrate, als auch auf den Glasplatten einzelne reife Sporenschläuche finden, welche neben den geöffneten Apothecien liegen, und sich daher auf irgend eine Weise von ihrer ascogonen Hyphe losgelöst haben müssen. Dieses gelegentliche Herauskriechen der Asci aus der Hülle beruht auf keiner Täuschung, weil ich dieselbe Thatsache wiederholt und genau beobachtet habe und mir dabei bewusst war, dass sie mit den bisherigen Angaben im Widerspruch steht. Untersucht man einen solchen vereinzelt aufgefundenen Ascus näher, so hat man Mühe die Stelle aufzufinden, wo er mit der Traghyphe verbunden war. Diese Schwierigkeit ergibt sich theils aus dem Umstande, dass die ascogone Hyphe im Vergleich zu dem grossen Ascus unverhältnissmässig dünn und zart ist und daher auch nur eine sehr winzige Narbe zurücklässt, theils kommt sie daher, weil sich auch der Ascus nach unten zu abrundet, und überdies noch ein Quellungsprocess die Narbenspur verwischt. Unser Ryparabius steht übrigens mit dieser gelegentlichen Loslösung seines Sporenschlauches von der Trägerhyphe nicht isolirt da, denn bei *Thelebolus stercoreus* Tode [1]) findet genau dasselbe statt.

Überhaupt ist die Ähnlichkeit zwischen dem *R. pachyascus* und dem genanten *Thelebolus* so gross, dass sich beide Formen fast nur durch die Anzahl und durch die Grösse der Schläuche unterscheiden lassen. Die ungewöhnlich dicke

[1] Über *Thelebolus stercoreus* Tode siehe Zukal, Mykrologische Untersuchungen. Aus dem LI. Bande der Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissenschaften.

Ascuswand dagegen, die eigenthümlich differencirte Stelle am Ascusscheitel, die grosse Anzahl der Sporen, die Form und Grösse der letzteren, der Bau der Fruchthülle, der Modus der Sporenejaculation sind beiden gemeinsam.

Ich kann deshalb bezüglich dieser Details auf das von mir bei *Thelebolus stercoreus* Gesagte verweisen. Hier will ich nur noch einer interessanten Zwillingsbildung erwähnen, die ich bei *Ryparobius Cookei* Boudier beobachtet habe. Bei dieser Species entwickelt sich nämlich das Fruchtkörperprimordium aus einer vergrösserten Mycelzelle in ähnlicher Weise, wie bei *R. pachyascus*. Nur kommt es bei *R. Cookei* nicht selten vor, dass sich aus der vergrösserten Fadenzelle zwei, ja drei Fruchtkörper auf einmal bilden (Taf. IV, Fig. 11 u. 12), die dann mit ihren Basaltheilen mit einander verwachsen. Die Scheitel der verwachsenen Fruchtkörper und folglich auch die ihrer Asci liegen aber immer in einer genau entgegengesetzten Richtung, was offenbar sehr unzweckmässig ist, denn abgesehen davon, dass der, dem Substrate zugekehrte Fruchtkörper in seiner Entwicklung zurückbleibt, so ist er im Zustand der Reife ausserdem noch gezwungen, seine Sporen nach der Tiefe des Substrates hin zu ejaculiren. (Taf. IV, Fig. 13, 14, 15.)

Wie lässt sich nun diese unzweckmässige, gehäufte Apothecienbildung erklären? Vielleicht durch die Annahme, dass hier ein Fall von Atavismus vorliegt. Denn die gehäufte Fructification rings um eine vergrösserte Fadenzelle und die entgegengesetzte Orientirung der Schläuche deutet, wenn wir in der phylogenetischen Reihe nach rückwärts blicken, auf eine Form, deren Hyphe aufrecht stand und die ihre, wahrscheinlich noch nicht berindeten Sporenschläuche (Sporangien?) aus bestimmten, vergrösserten Zellen wirtelförmig hervorsprossen liess — etwa nach dem Thamnidium-Typus. Dann kam die Berindung der Asci und mit derselben ein grösseres Gewicht, durch welches die ursprünglich aufrechte Lage der Hyphe nach und nach in eine niederliegende, horizontale verwandelt wurde. Mit dieser veränderten Lage der Hyphe gelangte aber die Mutterzelle der Schläuche in eine total veränderte Situation. Denn nun wirkte unten auf sie einseitig der Reiz des Substrates und oben, eben so einseitig, der des Lichtes.

Deshalb entwickeln sich unten Rhizoiden, während sich oben (in den Fruchtkörpern) jene Einflüsse geltend machten, welche bei anderen Ascomyceten zur Bildung eines lichtempfindlichen Ostiolums oder positiv heliotropischer Schläuche führten. Später hat es wahrscheinlich die „Compensation des Wachsthums“ bewirkt, dass von dem ursprünglichen Ascusquirl nur ein einziger grosser, berindeter Ascus übrig blieb — die Thelebolus-Form. Hier angelangt, können wir das Rösslein unserer Phantasie pariren, wir brauchen seine Flügel nicht mehr, da wir wieder festen Boden unter den Füssen fühlen. Denn es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass wir mit dem Thelebolus eine alte Form gefunden haben, aus der sich durch successive Vermehrung der Schläuche nicht nur die Ryparobius-Arten, sondern höchst wahrscheinlich auch die Ascozonus-Formen entwickelten.

Ascophanus sacharinus Boud.

Mémoire sur les Ascobolos 12, p. 251. *Ascobolus sacharinus* Cussey. — Cooke, Monogr. Nr. 28 et Ind. Fung. p. 1895. Berk. Outl. p. 374

(Tafel IV, Fig. 8 und 9.)

Die Sporen keimen leicht im verdünnten Liebig'schen Fleischextract. Beim Heraustreten des Keimschlauches, das an einer beliebigen Stelle erfolgt, wird das Epispor nicht zersprengt, sondern durchbohrt. Aus dem Keimschlauch entwickelt sich ein, mehrere Centimeter grosses, kreisförmiges, flockiges, weisses Mycel. Dasselbe ist monopodial verzweigt, reichlich septirt und zeigt an den Spitzen eine falsche Dichotomie. Sämmtliche Fäden sind anfangs nahezu gleich dick und verlaufen horizontal. Später werden jedoch unter verschiedenen Winkeln zahlreiche Seitenzweige aufgerichtet, wodurch ein weissliches, seidig glänzendes, locker gewebtes Luftmycel entsteht. An diesem bemerkt man nach 5—6 Tagen (im Sommer) schon mit freiem Auge kleine, kreideweisse Stellen, an denen sich das Fadengeflecht zu verdichten scheint. Unter dem Mikroskop überzeugt man sich, dass die Mycelhyphen an den weissen Stellen knotig oder ganglienförmig angeschwollen und von einem stark lichtbrechenden Inhalt erfüllt sind. Indem sich dann einzelne dieser angeschwollenen Hyphen miteinander verflechten, entstehen ver-

schieden grosse (20—40 μ messende) Knoten oder Knäuel. (Taf. IV, Fig. 8.) Aus diesen Knäueln können die Fruchtkörper hervorgehen; ich sage können, weil sich ein grosser Theil derselben oft gar nicht weiter entwickelt, sondern einfach in der Form eines Knäuels so lange verharrt, bis das Mycel zu Grunde geht. Jene Knäuel dagegen, welche sich zu Fruchtkörpern umbilden, zeigen gleich anfangs ein lebhaftes Wachsthum, und verwandeln sich binnen wenigen Tagen durch Sprossung, Fächerung und Streckung zu röthlichen, kugeligen 60—80 μ messenden Zellkörpern. An diesen kann man bereits eine sehr zarte, kleinzellige Rinde und im Innern zwei verschiedene ausgebildete Gewebspartien unterscheiden. Der untere und grössere Theil des Fruchtkörpers wird nämlich von dicken, röthlich-gelben, protoplasmareichen, scheinbar unseptirten, schlangenartig in einander verschlungenen Ascogonen erfüllt, der kleinere Scheiteltheil dagegen zeigt nur ein zartes, engzelliges Pseudoparenchym, das überdies bald vergallertet. (Tab. IV, Fig. 9 a.) An seine Stelle treten später die Paraphysen, welche aus einer tieferen, nicht vergallerten Schicht des kleinzelligen Gewebes hervorgehen. Anfangs convergiren alle Paraphysen gegen den Scheitel des Fruchtkörpers, später aber breiten sie sich immer mehr aus. Diese Ausbreitung wird wohl hauptsächlich durch das einseitige Wachsthum des ganzen Hymeniums in der Richtung seiner Fläche bewirkt, doch wird sie auch durch die Einschiebung neuer Paraphysenzweige und Asci unterstützt. (Taf. IV, Fig. 9 b u. c.) Die letzteren entwickeln sich als directe Ausstülpungen der ascogonen Hyphen (eigentlich der obersten Schicht derselben) und sind gleich anfangs keulenförmig gestaltet. Nach und nach wandert das ganze Protoplasma sammt den übrigen Nährstoffen aus den Ascogonen in die sich massenhaft entwickelnden Schläuche. Da sich die entleerten Ascogone mit einem wässerigen Inhalt füllen und durch Querwände in nahezu isodiametrische Zellen abtheilen, so hat man zuletzt Mühe, sie überhaupt wieder zu erkennen. Durch das schon oben erwähnte, aber noch längere Zeit andauernde, einseitige Wachsthum des Hymeniums wird die Hülle gesprengt und der ganze Fruchtkörper in seiner Form total verändert, indem er zuerst schüsselförmig, dann scheibenartig und zuletzt convex wird, wobei auch „der Rand“ total verschwindet.

Die Anlage, Ausbildung und Entleerung der Sporen erfolgt nach dem Ascobolus-Typus. Damit ist der Entwicklungsgang unseres Ascophanus in grossen Strichen skizzirt. Ich hebe aus demselben nur hervor, dass der primäre Hyphenknäuel ausschliesslich durch die Verschlingung mehrerer, gleichartiger Hyphen zu Stande kommt, und dass sich dieser Vorgang, wegen der Dicke und des Protoplasmagehaltes der betheiligten Hyphen, mit einer ungewöhnlichen Deutlichkeit abspinnt. Von einem „Scolecit“ konnte ich auch nicht einmal ein Rudiment auffinden.

Nicht immer entwickelt sich jedoch unser Ascophanus in der eben beschriebenen raschen Weise. Häufig wird der Entwicklungsgang durch eine Sclerose der Gewebe unterbrochen. Merkwürdig ist dabei, dass dieser Verhärtungsprocess in allen jenen Entwicklungsphasen des Apotheciums auftreten kann, welche zwischen der ersten Verflechtung der fertilen Hyphen und der Anlage der Paraphysen liegen. Deswegen besitzen auch die Mikrosclerotien des *A. sacharinus* eine sehr verschiedene Grösse und ein sehr verschiedenes Aussehen. Die jüngsten dieser Mikrosclerotien stellen gewissermassen mumificirte Primordien vor und bilden einen unberindeten, gelblichen Knoten von wachsartiger Consistenz, in welchem die Hyphenstructur noch vollkommen erhalten ist. Die Membranen der verknoteten Hyphen sind kaum verdickt, dafür besitzen sie einen undurchsichtigen, käseartigen Inhalt, der aus verdichtetem Protoplasma und einem röthlichen Fett besteht. Die Sclerose wird hier wie überall mit der Ausscheidung von Wasser, in Form klarer Tröpfchen, eingeleitet und führt die befallenen Hyphen in einen Zustand der vegetativen Ruhe über.

Die nächste Form der Mikrosclerotien entspricht jener Entwicklungsphase des normalen Verlaufes, in welcher sich der primäre Hyphenknäuel in einen pseudoparenchymatischen Zellkörper verwandelt. Diese Form besitzt eine grosse Ähnlichkeit mit den „Bulbillen“ Eidam's und besteht aus einem rundlichen etwa 60—80 μ messenden, pseudoparenchymatischen Zellkörper an dem man eine zarte, kleinzellige Rinde und ein derberes Mark unterscheiden kann. Letzteres wird aus grossen polyedrischen, inhaltsreichen Centralzellen gebildet, deren Membranen etwas verdickt und röthlich gefärbt sind.

Die dritte Form der Mikrosclerotien entspricht dem Ascogonstadium der normalen Apothecien. Die hieher gehörigen Mikrosclerotien bilden grössere (80—200 μ messende), ziemlich harte Knöllchen und bestehen, wenn man von der engzelligen Rinde absieht, fast nur aus den verhärteten, dicken, schlangenartig mit einander verschlungenen Ascogonen. Aus den Mikrosclerotien der zweiten und dritten Form kann man normale Fruchtkörper erziehen, wenn man sie durch längere Zeit feucht hält und die kleineren Individuen überdies noch künstlich ernährt. Besonders lehrreich ist die Cultur der zweiten Form — der bulbillenartigen Sclerotien, denn man kann an ihnen leicht und sicher die Entstehung und Fortentwicklung der ascogonen Hyphen beobachten. Man sieht dann, wie nach dem Wiedererwachen der vegetativen Thätigkeit (hier nach der dritten oder vierten Woche) die Centralzellen an verschiedenen Stellen aussprossen, und wie sich diese Sprossen nach und nach in die ascogonen Hyphen verwandeln.

Bezüglich der Mikrosclerotien der dritten Form ist zu bemerken, dass dieselben eine längere Ruheperiode durchmachen, nämlich 4—6 Wochen. Unmittelbar vor dem Wiederbeginn der organischen Thätigkeit bemerkt man an ihnen ein leichtes Aufquellen der Membranen und eine Liquefaction der käsigen Inhaltsmassen. Dann wird die Paraphysenschicht entwickelt und die Hülle in der Scheitelregion gesprengt. Die weitere Entwicklung des Mikrosclerotiums erfolgt conform der entsprechenden Entwicklungsstufe des normalen Apotheciums.

Einige Bemerkungen über den Scolecit der Ascoboleen.

Nach dem oben Mitgetheilten könnte es scheinen, als wollte ich überhaupt das Vorhandensein des Scolecits bei den Ascobolus-Arten leugnen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Ich muss im Gegentheile zugestehen, dass auch ich denselben bei *Ascobolus furfureus* und *A. glaber*, ferner in neuester Zeit bei einem (wahrscheinlich neuen) *Ascobolus* mit sehr kleinen, violetten Sporen, endlich bei *Ryparobius pachyascus* gesehen habe. Allerdings konnte ich bei mehreren Ascophanus- und Saccobolus-Arten keine Spur von ihm entdecken. Auch bei dem *Ascobolus immersus* scheint er, wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, zu

fehlen, wenn man nicht den dort erwähnten „bogig aufsteigenden Seitenzweig" als einen rudimentären Scolecit gelten lassen will.

Wenn ich auch das Vorhandensein des Scolecits für einzelne Ascobolus-Arten bestätigen muss, so theile ich deshalb noch nicht die Anschauungen derjenigen, welche in demselben ein sexuelles Organ sehen. Die eben erwähnte Anschauung wurde bekanntlich von Janczewski in einer ausgezeichneten Arbeit begründet und wird noch heute von Allen festgehalten, welche bei den Ascomyceten eine Sexualität annehmen. De Bary war indessen unbefangen genug, um Ascobolus zu jenen Formen der Ascomyceten zu stellen, bei denen ein exquisites Carpogon, aber nur ein undeutliches oder rudimentär entwickeltes, männliches Sexualorgan vorhanden ist. Nach meinen eigenen Beobachtungen werden bei Ascobolus auch thatsächlich keine Antheridienzweige entwickelt, wenigstens keine solchen, die von den anderen Zweigen des „Hüllapparates" zu unterscheiden sind. Ich bin daher geneigt, in dem Scolecit bloss ein Initialorgan sans phrase zu sehen, welches sich höchstens von anderen ähnlichen dadurch unterscheidet, dass die ascogonen Hyphen nur aus einer einzigen Zelle des bezüglichen Zellstranges hervorgehen.

Diese Eigenthümlichkeit ist allerdings sehr auffallend, sie lässt sich aber relativ sehr leicht erklären, wenn man annehmen dürfte, dass die Ascoboleen von dem Monascus oder einer ähnlichen Form abstammen. Der von van Tieghem[1] entdeckte Monascus entwickelt nämlich auf der Spitze eines senkrecht aufgerichteten Tragfadens einen einzigen Ascus (Sporangium?), der von der untersten Zelle der Traghyphe aus berindet wird. Nun wird aber der Monascus durch die Gattung Thelebolus[2] mit den Ryparobien (speciell mit dem *R. pachyascus*) auf das sanfteste verbunden. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Ascobolus-Familie[3] mit

---

[1] Van Tieghem, Monascus, genre nouveau de l'ordre des Ascomycetes. Bull. d. l. soc. bot. de France, T. VI, Paris 1884.

[2] Siehe Anmerkung [1] auf pag. 59.

[3] Bezüglich dieser Familie siehe: Karsten, Monographia Ascobolorum Fenniae. Helsingfors 1869. Boudier, Memoire sur les Ascobolés. Ann. d. Sc. Nat. ter. 5. Tom. X.

Renny (Ascozonus) New Species of the Genus Ascobolus. Journal of Botany, New Ser. Vol. III. London 1874 Saccardo (Boudiera u. Lasiobolus). Bot. Centralbl. 1884. „Conspectus gen. Discomyc. hucusque cognitorum."

dem Monascus (oder einer ähnlichen Form) phylogenetisch zusammenhängt und dass wir in dem Scolecit nur einen modificirten Monascusträger vor uns haben. Diese Ansicht schliesst aber die Annahme ein, dass aus der Terminalzelle oder irgend einer anderen Zelle des Monascusträgers unter Umständen mehrere

Sphaeridiobolus ist *Ascobolus hyperboreus* Karsten. Hiezu Boudier, Nouvelle classification Naturelle des Discomycetes Charnus. Soc. Mycol. Bull. N. 1. 1885. Zukal (Thelebolus) Mykolog. Untersuchungen. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. LI. Bd. 1885. Zukal (Gymnodiscus) über einige neue Ascomyceten. Verhandlg. der k. k. zool.-bot. Gesellschaft. Wien. 1887.

Wie man aus diesen Literaturangaben ersieht, zerfällt die Gattung „Ascobolus“ in zahlreiche Gattungen. Ich glaube aber nicht, dass man damit der natürlichen Gruppirung der hierher gehörigen Arten nähergerückt ist; dies kommt vielleicht daher, dass einzelne Merkmale auf Kosten der übrigen allzusehr hervorgehoben wurden. Legt man z. B. auf den Modus der Schlauchentleerung ein allzugrosses Gewicht, dann wird man manche Ryparobius-Arten (wahrscheinlich auch den *Ryp. pachyascus* Zukal) zu der Gattung „Ascozonus“ stellen müssen, obschon dies sonst ihrem ganzen Habitus widerspricht. Andere Charaktere, die vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus wichtig sind, werden dagegen, meiner Ansicht nach, von manchen Autoren zu wenig berücksichtigt. Zu diesen Merkmalen rechne ich hauptsächlich den Basaltheil und die Rinde der Fruchtkörper. Die Form des Basaltheiles hängt von zwei Factoren ab, nämlich von dem mehr oder minder massenhaften Auftreten der Ascogone und von dem Umstand, ob und in welcher Weise sich der basale Theil später an dem Wachsthum des Hymeniums in der Richtung seiner Fläche betheiligt. Was die mehr oder minder bedeutende Entwicklung der Ascogone anbelangt, so sind z. B. die Gattungen Ascobolus, Ascozonus und Gymnodiscus durch eine sehr mächtige, Ascophanus, Thecotheus und Saccobolus durch eine mässige und Ryparobius durch eine sehr ärmliche Entfaltung dieses eigenthümlichen Hyphencomplexes ausgezeichnet. Je massenhafter aber die Ascogone entwickelt werden, desto mehr rückt der Ort, wo die erste Anlage des Hymeniums erfolgt, in die Höhe gegen den Scheitel des jungen Fruchtkörpers. Folgt nun dieser basale und grösstentheils von den Ascogonen ausgefüllte Theil des Fruchtkörpers später dem Wachsthum des Hymeniums in der Richtung seiner Fläche, so verschwindet er in der reifen Frucht für das Auge des Beobachters. (Einige Ascobolus-Arten, Ascophanus, Saccobolus etc.) Betheiligt er sich dagegen an dem Wachsthum des Hymeniums nicht oder nur sehr mässig, dannn erscheint der Fruchtkörper gestielt oder wenigstens mit einem auffallenden, urnenartigen Fusstheil versehen. (Gymnodiscus, Ascozonus und die gestielten Ascobolus- und Ascophanus-Arten.) Auch bezüglich ihrer Rinde oder Hülle können sich die einzelnen Arten sehr verschieden verhalten. Bei Gymnodiscus z. B. wird die Rinde am Scheitel des Fruchtkörpers durchbrochen und die wenigen auseinander gerissenen

Asci respective viele ascogone Hyphen hervorgehen können, eine Annahme übrigens, deren Zulässigkeit schon durch die vergleichende Entwicklungsgeschichte des *Thelebolus stercoreus* und des *Ryparobius pachyascus* Zukal nahezu erwiesen ist.

Wie lässt es sich aber dann erklären, dass einzelne Arten der Ascoboleen, speciell die der Gattung *Ascophanus* Boudier, ihre Apothecien lediglich durch die Verflechtung scheinbar gleichartiger Hyphen, ohne jede Spur eines Scolecits bilden? Doch wohl nur durch die Annahme, dass in diesen Fällen die ursprüngliche Succession von dem ascogonen Apparat und der Hülle umgekehrt worden ist, und dass die ascogonen Hyphen selbst nicht mehr aus einer Zelle des Scolecites hervorgehen, sondern aus jeder beliebigen Stelle desselben, wodurch dieser dann in dem allgemeinen Hyphengeflecht nicht mehr unterschieden werden kann.

Zellen verschwinden bald durch Verschleimung, so dass später das Hymenium vollkomen nackt dem Basalsphäroide aufsitzt. Bei Ascozonus dagegen geht die Rinde nach dem Durchbruch des scheitelständigen Paraphysenbüschels nicht zu Grunde, sondern sie folgt vielmehr dem Wachsthum des Hymeniums und ihre Randzellen wachsen noch in eigenthümliche pili aus. Auch bei vielen Ryparobien, bei Thelebolus, Thecotheus etc. ist die Rinde selbst bei dem reifen Fruchtkörper noch deutlich erhalten, bei anderen, so z. B. bei vielen Saccobolus- und Ascophanus-Arten verschwindet sie dagegen sehr früh. Was die natürliche Gruppirung der hierher gehörigen Arten betrifft, so lässt sich über dieselbe einstweilen noch nicht viel Positives sagen. Doch muss ich hervorheben, dass ich die Gattung Thelebolus für die älteste der ganzen Familie halte, d. h. für diejenige, welche den Mucorinen noch am nächsten steht. An Thelebolus reihen sich zwanglos die Gattungen Ryparobius und Ascozonus. Bezüglich der Ryparobien ist zu bemerken, dass dieselben wohl alle eine differencirte Hautstelle am Ascusscheitel besitzen, dass es aber sehr zweifelhaft ist, ob sie auch diesen obersten Theil des Schlauches kappenartig abwerfen. Wahrscheinlich öffnen sie (oder wenigstens einige derselben) ihren Ascus durch einen kreuzförmigen Riss über dem Scheitel, wie Thelebolus und Ascozonus. Schliesslich kann ich den Zweifel nicht unterdrücken, ob auch alle Gattungen, die bislang als hieher gehörig beschrieben wurden, wirklich eine natürliche Familie bilden?

Es ist nämlich in jüngster Zeit von Heimerle eine Ascophanus-ähnliche Form entdeckt worden, der die Hülle absolut zu fehlen scheint. Diese und einige andere Formen (die demnächst beschrieben werden sollen) scheinen eher mit Ascodesmis als mit Ryparobius verwandt zu sein, weshalb ich auch dafür plaidiren möchte, den Ascodesmis wenigstens in die Nähe der Ascoboleen zu stellen.

V. Capitel.

Zur Frage über die Sexualität der Ascomyceten.

Die Lehre von der Sexualität der Ascomyceten wurde von Tulasne[1] und Currey[2] eingeleitet, aber erst von de Bary[3] durch seine Untersuchungen über *Eurotium* und *Erisyphe* begründet. Sie fand bald, theils wegen eines Rückschlusses von den anderen Classen des Pflanzenreiches auf die Pilze, theils wegen der grossen Autorität ihres Urhebers eine fast allgemeine Anerkennung und regte viel Forscher zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über die Ascomyceten an.

Hierher gehören die Arbeiten von Fuisting,[4] Woronin,[5] Janczewski,[6] Brefeld,[7] Gilkinet[8] und Baranetzki.[9] Ob-

---

[1] Tulasne: Fungi hypogaei, Selecta ungorum carpologia. Bot. Zeitung 1853.

Ann. sc. nat. Tom. V., I., VIII., XIII., XVII., XX.

Compt. rend. Tom. XXXII und XLI.

[2] Currey: On the fructification of certain Sphaeriaceous fungi, Philos. Transact. Royal. Soc. London. Vol. 147 (1858).

[3] De Bary: Über die Fruchtentwicklung der Ascomyceten, Leipzig 1863.

Eurotium, *Erysiphe*, *Cicinnobolus*, nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Ascomyceten. Beitr. z. Morphol. und Physiol. d. Pilze III. Frankfurt 1870 und Beitr. IV, S. III.

[4] Fuisting: De nonnullis Apothecii Lichenum evolvendi rationibus. Diss. inaugur. 1865.

Zur Entwicklungsgeschichte der Pyrenomyceten. Botanische Zeitung 1867.

Zur Entwicklungsgeschichte der Lithenen. Ibid. 1868.

[5] Woronin: Entwicklungsgeschichte des *Ascobolus pulcherrimus* und einiger Pezizen. Beitr. z. Morphol. und Physiol. d. Pilze II, *Sphaeria Lemaneae, Sordaria* etc. Ibid. III.

[6] Janczewski: Morphologie d. *Ascobolus furfuraceus.* Bot. Zeitung 1871.

[7] Brefeld: Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze II. (Penicillium.)

[8] Gilkinet: Recherches sur les Pyrenomycetes (Sordaria). Bull. Acade Belg. 1874.

[9] Baranetzki: Entwicklung des *Gymnoascus Reessii* 143. Bot. Zeitung 1872.

gleich nun die genannten Arbeiten an sich höchst verdienstvoll waren und namentlich die Entwicklungsgeschichte sehr bereicherten, so wurde doch durch dieselben die Sexualität bei den Ascomyceten in keinem einzigen Fall vollkommen sicher nachgewiesen, sondern nur mehr oder minder wahrscheinlich gemacht.

Um diese Zeit entdeckte E. Stahl[1] bei den Collemen die trichogyme Hyphe, und seine diesbezüglichen Ausführungen hatten, besonders mit Rücksicht auf den Befruchtungsapparat der Florideen, so viel innere Wahrscheinlichkeit für sich, dass der Sieg der de Bary'schen Theorie gesichert schien. Dennoch wurde dieselbe gerade jetzt angegriffen, indem van Tieghem in seinen „Neuen Beobachtungen über die Fruchtentwicklung und die vermeintlliche Sexualität der Basidiomyceten und Ascomyceten[2] die bündige Erklärung abgab, dass er in den bisher aufgefundenen Carpogonen nichts anderes sehen könne, als besonders frühzeitig differencirte, ascogome Hyphen. Kurz darauf eröffnete auch Brefeld im 4. Heft der „Botanischen Untersuchungen über Schimmelpilze“ seinen Feldzug wider de Bary.

Auf diese Angriffe antwortete der eben genannte Forscher zunächst nicht selbst, sondern er liess dieselben durch seine Schüler, sobald sich hierzu eine passende Gelegenheit bot, in der botanischen Zeitung abwehren. Auch wurden ihm bald durch die Arbeiten Eidams,[3] Kihlman's[4] und Borzi's[5] bedeutende Verstärkungen zugeführt. Trotzdem verlor seine Theorie etwas

---

[1] E. Stahl: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. I. Leipzig 1877.

[2] Bot. Zeitung. Nr. 11, 1876.

[3] Eidam: Beiträge zur Kenntnis der Gymnoasceen. Zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte d. Ascomyceten. Cohn's Beiträge z. Biologie. III. Band.

[4] Kihlman: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten (Pyronema, Melanospora). Acta Soc. Sc. Fennicae T. XIII. Helsingfors 1883.

[5] Borzi: Studii sulla sessualità degli Ascomicete. N. Giorn. Botan. Ital. Vol. X. 1878.

Boden, weil durch Zopf,[1] Gibelli,[2] Bauke,[3] Pirotto,[4] Krabbe[5] etc. mehrere Fälle von Perithecienbildung, ohne Intervention eines Initialorganes, bekannt wurden.

Da brach endlich der Meister sein Schweigen und entwickelte in dem Buche „Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze" seinen Standpunkt in einer eben so eingehenden, wie geistvollen Weise. Indem er dort alle bislang erschienenen und auf seine Lehre Bezug habenden Schriften einer möglichst objectiven Kritik unterzieht, gelangt er zur Aufstellung seiner bekannten Ascomycetenreihe.

Wenn ich nun auch die betreffenden Erörterungen wegen ihrer schönen und würdigen Form bewundern muss und seinen Deductionen und lichtvollen Bemerkungen mit Vergnügen folge so acceptire ich dennoch nicht die Ascomycetenreihe,[6] weil ich nicht zugeben kann, dass bis jetzt die Sexualität bei den Ascomyceten, auch nur in einem einzigen Falle, vollkommen einwurfssicher festgestellt worden ist. Wer einen solchen Ausspruch wagt, muss denselben auch begründen und zu diesem Zweck erlaube ich mir die Aufmerksamkeit des Lesers auf jene Grunderscheinungen zu lenken, welche der de Bary'schen Theorie zur Stütze dienen. Bekanntlich beziehen sich die hier in Frage kommenden Erscheinungen auf die

---

[1] Zopf: Die Conidienfrüchte von Fumago. N. Acta Leopold. Vol. XL. 1878. Monographie über Chaetomium. N. Nota Leopold. B. XLII. 1881.

[2] Gibellio Griffini: Sul polimorfismo della Pleospora herbarum Archiv del Laborat. di Bot. Crittogam. in Pavia. I. p. 53 (1875).

[3] Bauke: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Bot. Zeitg. 1877.

Beiträge z. Kenntnis d. Pycaiden. N. Acta Leopold. Vol. XXXVIII. (1876).

[4] Pirotta: Sullo sviluppo della Peziza Fuckeliana etc. N. Giorn. Botan. Ital. Val. XIII, p. 2, 1881.

[5] Krabbe: Entwicklung, Sprossung und Theilung einiger Flechtenapothecien. Bot. Zeitg. 1882.

Morphologie u. Entwicklungsgeschichte der Cladoniaceen. Berichte d. bot. Gesellschaft. 1883.

[6] Ich meine hier nicht die allgemeine Ascomycetenreihe de Bary's, zu der auch die Peronosporeen, Saprolegnieen, Mucorineen, Enthomophtheoreen und Uredineen gehören, sondern die reihenweise Anordnung der Ascomyceten nach dem mehr oder minder entwickelten Archicarp.

Gattungen: *Erysiphe, Eurotium, Pyronema, Collema* und *Eremascus.* Betrachten wir zuerst die Erysipheen, respective die Gattung *Podosphaera.*

Hier beginnt die Bildung des Peritheciums an der Kreuzungsstelle zweier Äste. Beide treiben je einen senkrechten Spross, welcher sich nach unten zu durch je eine Querwand abgrenzt. Während nun der eine Spross zu einer grossen eiförmigen Zelle anschwillt, legt sich der andere, ohne sich besonders zu vergrössern, an den ersteren an und grenzt sein oberes Ende durch eine Querwand ab. Eine Vereinigung von Protoplasma oder von Zellkernen findet nicht statt, auch bewirkt das Anlegen des dünnen Sprosses in der grossen eiförmigen Zelle weder eine Contraction des Inhaltes, noch sonst eine nachweisbare Veränderung. In den Anlagen des dünnen Sprosses an sich kann man nichts Besonderes finden, denn auch die Hüllhyphen legen sich bald an dieselbe Zelle eben so fest an. Dennoch spricht de Bary die beiden Sprosse als Archicarp und Antheridienspross an und behauptet, dass sie den Oogonien und Antheridien der Peronosporeen homolog sind. Worauf beruht nun diese angebliche Homologie?

Nach de Bary erstens auf einer gewissen Ähnlichkeit zwischen Archicarp und Oogonium einerseits und Antheridium und Antheridienzweig anderseits. Zweitens auf dem Umstand, dass sich der Antheridienzweig bei *Podosphaera* nicht theilt oder verästelt und nicht an der Hüllbildung theilnimmt. Den ersten Grund will ich nicht näher berühren, weil er ein subjectives Moment einschliesst, zu dem zweiten muss ich indessen bemerken, dass er eine Behauptung involvirt, die Niemand wegen der Kleinheit des Objectes und der grossen Schwierigkeiten der Präparation widerlegen kann. So liegt die Sache bei *Podosphaera.* Bei den übrigen Erysipheen besteht das „Archicarp“ aus einer länglich keulenförmigen Zelle, welche sich um eine hakig gekrümmte Hyphe („Antheridienzweig“) schraubig herumwindet. Hier erfolgt also die Anlage des Peritheciums in einer ganz anderen Weise, denn zwischen dem eiförmigen Archicarp von *Podosphaera* und der schraubenförmig gewundenen Hyphe der übrigen Erysipheen besteht doch nur — eine sehr entfernte Ähnlichkeit. Dasselbe gilt mutatis mutandis für die sogenannten Antheridienzweige.

Versucht man sich darüber Rechenschaft zu geben, worin bei den zuletzt genannten Erysipheen die Homologie zwischen Archicarp und Oogonium liegt, so findet man, dass dieselbe sich ausschliesslich auf die nahe Verwandtschaft der Erysipheen mit *Podosphaera* stütze. Dabei ist noch folgendes zu bedenken:

Indem de Bary, gestützt auf das Princip der Ähnlichkeit, die Homologie von Archicarp und Oogonium von Antheridie und Antheridienzweig behauptete, schrieb er stillschweigend den Archicarpien und Antheridienzweigen eine gewisse morphologische Constanz zu, durch die allein es ihm möglich wurde, die grosse Kluft zu überbrücken, welche die Gattungen *Podosphaera* und *Peronospora* im natürlichen System trennt. Gleich darauf soll sich aber dasselbe Organ, durch dessen Beständigkeit so eben eines der geheimsten Blätter der Stammesgeschichte enthüllt wurde, bei den nächsten Verwandten von *Podosphaera* bis zur Unkenntlichkeit umgestalten. Ist das wahrscheinlich? Unsere Bedenken werden noch durch den Umstand beträchlich verstärkt, dass die hervorgehobene Inconstanz der Form der Archicarpien nicht etwa eine seltene Ausnahme, sondern eine häufige Erscheinung ist, denn wir treffen sie bei den Gattungen *Aspergillus*,[1] *Eurotium*, *Penicillium*,[2] *Sordaria*,[3] *Melanospora*,[4] *Asco-*

---

[1] *Eurotium herariorum* z. B. besitzt ein exquisites Initialorgan, während sich die Fruchtkörper und die homologen Sclerotien von *Aspergillus niger*, *purpureus*, *flavus* und *ochraceus* lediglich durch Verflechtung scheinbar gleichartiger Hyphen bilden.

Siehe Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss der Pflanzengattung *Aspergillus*. Berlin 1877.

Van Tieghem, Ann. sc. nat. Tom. XXIV.

Sur le développement de quelques Ascomycètes (*Aspergillus*).

[2] *Pencillium crustaceum* bildet sein Sclerotium durch die Verschlingung mehrerer, und wie es scheint, gleichartiger Hyphen, während bei *P. luteum* ein deutliches Archicarp vorkommt. Siehe das Capitel über *Penicillium.*

[3] Man vergleiche die Entwicklungsgeschichte von *Sordaria fimiseda* und *minuta* nach Woronin, Gilkinet, Brefeld mit der von S. Wiesneri, Zukal.

[4] Ebenso die *Melanospora parasitica* (nach Kihlman) mit den *Melanospora*-Arten im II. Capitel.

bolus,[1] *Peziza*[2] etc. (von den Familien gar nicht zu sprechen), ja es sind Fälle von Variabilität des Initialorganes bei ein und derselben Art bekannt.[3]

Über diesen Punkt sagt Eidam: „Ich habe mich bei einigen Ascomyceten davon überzeugt, dass nicht einmal in der nämlichen Species der Fruchtanfang immer constant dieselbe Gestaltung beibehält.[4]

Aus alldem möchte ich den Schluss ziehen, dass eine Parallele zwischen Archicarp und Oogonium, caeteris paribus Archegonium oder Trichogyne unzulässig sei und dass alle phylogenetischen Schlüsse, welche ausschliesslich auf dem Archicarp basiren, mit einer gewissen Vorsicht aufgenommen werden sollten.

Die Gestalt des Initialorganes, überhaupt der ganze Modus der Fruchtanlage scheint vielmehr von phylogenetischen Bildungsgesetzen nur in zweiter Linie beeinflusst zu werden, hingegen zu der Grösse und Anzahl der Asci, sowie zu dem früheren oder späteren Erscheinen derselben, in einer viel näheren Beziehung zu stehen. Besonders deutlich zeigt sich dies bei den einfacheren Formen mit frühzeitig entwickelten Sporenschläuchen.

Bei *Podosphaera*[5] z. B. besteht das ganze Archicarp, weil nur ein einziger Ascus entwickelt wird, nur aus einem sehr

---

[1] Ich verweise auf die Differenz in der Entwicklung von *Ascobolus furfuraceus* und *A. immersus*.

[2] Ebenso auf die zwischen *Pyronema* und den übrigen Pezizen. Siehe Brefeld, Schimmelpilze. IV. Heft.

Van Tieghem. Bull. de la soc. bot. de France. T. 23. 1876.

Kihlman. Acta Soc. Sc. Fennicae. T. XIII. 1883.

Zukal (Peziza Species) und mykologische Untersuchungen. LI. Bd. d. Denkschr. Wien 1885.

[3] Z. B. nach Oltmann's bei *Chaetomium Kunzeanum*. (Bot. Zeitg. 1887.)

Nach Eidam bei *Peziza Fuckeliana* und *Gymnoascus Reessii* (Cohn's Biologie III, S. 381).

Nach meinen Beobachtungen bei *Penicillium luteum*.

[4] Eidam, Zur Kenntniss der Entwicklung bei den Ascomyceten in Cohn's Biologie. III. B., S. 381.

[5] Sucht man für das Archicarp von *Podosphaera* nach einer phylogenetischen Beziehung, so scheint diess eher in der Richtung von *Thele-*

kurzen, aufrechten Spross; bei den übrigen Erysipheen dagegen sammeln sich Protoplasma und Reservestoffe, offenbar mit Bezug auf die zahlreichen Sporenschläuche, in einer dicken, langen und schraubig gewundenen Hyphe. Diese Hyphe hat sich wahrscheinlich durch den Reiz der grösseren Arbeitsleistung aus dem *Potosphaera*-Spross entwickelt und verdankt daher ihre specifische Form nicht zum geringsten Theile einer physiologischen Function.

Bei *Euroticum* beginnt die Fruchtentwicklung damit, dass sich eine lange, protoplasmareiche Hyphe spiralig zusammenzieht und schliesslich die Form einer hohlen Schraube mit 4—5 dicht aneinander liegenden Windungen annimmt. Dann septirt sich die Schraube durch vereinzelte Querwände und aus ihren unteren Windungen sprossen 2—3 Hyphenzweige hervor. Einer derselben eilt den übrigen im Wachsthum voran und legt sich schliesslich mit seinem oberen Ende an das der Schraube an, „um, so weit die Beobachtung eine sichere Aussage gestattet, mit derselben zu copuliren. Manchmal sieht man diesen voraneilenden Zweig im Innern der Schraube emporwachsen, die Copulation kann alsdann nicht sicher constatirt werden."

In diesem Vorgang sieht nun de Bary einen Befruchtungsprocess. Nach einer merkwürdigen Anomalie, die ich aufgefunden und unter dem Titel: Abnorme Fructification bei *Eurotium herbariorum*[1] beschrieben habe, scheint aber die Sache anders zu liegen. Die beobachtete Missbildung bestand nämlich darin, dass bei der Fruchtanlage nur das schraubig eingerollte Archicarp, aber ohne jede Spur von einem Antheridienzweig gebildet wurde. Trotzdem entwickelten sich aus dem Archicarp zahlreiche Asci mit ganz normalen Sporen, die äussere Perithecienwand fehlte aber gänzlich und die Ascushäufchen blieben unberindet. Auf Grund dieser Beobachtung möchte ich in der sogenannten Antheridienhyphe kein männliches Organ, sondern vielmehr eine Hyphe sehen, die zunächst mit der Perithecien-

bolus und *Monascus* van Tieghem zu liegen, als in der von *Peronospora*.

Siehe van Tieghem, Monascus, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes. Bull. d. l. soc. bot. de France. T. VI e. Paris 1884.

Zukal: Mykologische Untersuchungen (*Thelebolus*).

[1] In den „Mykologischen Untersuchungen".

wand in einem causalen Zusammenhang steht. Man könnte in der erwähnten Missbildung auch einen Fall von Parthenogenesis erblicken. Allein dies wäre ein Zirkelschluss, welcher die Gamogenesis zur Voraussetzung hat, und diese ist es ja eben, welche ich bei *Eurotium* für nicht genügend erwiesen halte.

Wir gelangen nun zu dem Trichogyn bei Collema. Hier muss ohneweiters zugestanden werden, dass die einschlägigen Stahl'schen Ausführungen,[1] besonders in Hinsicht auf das thatsächliche Vorhandensein der Spermogonien und auf die naheliegende Analogie mit den Florideen sehr viel innere Wahrscheinlichkeit für sich hatte. Allerdings blieb auch diese Befruchtungstheorie nicht ohne Widerspruch. So erklärt z. B. van Tieghem[2] das Trichogyn bei Collema für eine Art von Respirationsorgan, während Brefeld[3] den sexuellen Act, wegen des mangelhaften Nachweises der Nothwendigkeit der Copulation von Spermatium und Trichogyn, für noch nicht völlig erwiesen hält. Auch Cornu[4] bezweifelt den sexuellen Charakter der Spermatien, nachdem es ihm gelungen war, einige derselben zum Keimen zu bringen. Doch konnten die erwähnten Einwürfe die Stahl'schen Anschauungen kaum ernstlich erschüttern und dieselben erfreuten sich daher bis auf die jüngste Zeit fast allgemeiner Zustimmung.[5] Da erschien (1887) die im Brefeld'schen Laboratorium zu Münster von Alfred Möller durchgeführte Arbeit: „Über die Cultur der flechtenbildenden Ascomyceten ohne Algen", nach welcher der Befruchtungsprocess mittelst Trichogyn bei den Flechten allerdings wieder zweifelhaft erscheint. Näheres muss abgewartet werden.

Noch viel complicirter als bei Collema liegen die Dinge bei *Pyronema confluens* (Pers.) Tul. Die Fruchtanlage wird hier so eingeleitet, dass sich zwei (sehr selten ein oder mehrere) ziemlich

---

[1] E. Stahl: Beitr. z. Kenntnis d. Entwickl. d. Flechten 1877.

[2] Van Tieghem: Bot. Zeitg. 1876. Nr. 11.

[3] Brefeld: Bot. Unt. über Schimmelpilz. IV. Heft.

[4] Cornu: Reproduction des Ascomycètes; stylospores et spermaties; étude morphologique et physiologique, Ann. d. scienc. nat. 6 Serie. T. III.

[5] So behauptet z. B. B. Frank die Befruchtung mittelst Trichogyn für *Polystigma rubrum* und *Gmomonia erythrostoma*. Die jetzt herrschende Krankheit der Süsskirschen im Altenlande. Berlin 1887. S. 25.

dicke Hyphen des Mycels nahezu senkrecht aufrichten, wiederholt dichotom verzweigen und ihre Zweige vielfach mit einander verflechten.

In diesem Hyphenbüschel entstehen als Zweige letzter Ordnung, grosse, blasige Zellen — die Makrocysten und Paracysten Tulasne's,[1] oder die Archicarpien und Antheridien de Bary's.[2] Von beiden Zellformen sind in einem Büschel immer mehrere vorhanden (6—16). Jede grössere Blase (Makrocyste) treibt einen Schlauch, welcher sich durch eine Querwand von ihr abgrenzt, und dann unter verschiedenen Krümmungen an eine kleinere Blase (Paracyste) anlegt und mit dieser copulirt. Hierauf entwickeln sich aus jeder einzelnen Makrocyste, indem diese gleichzeitig an vielen Punkten aussprosst, die ascogonen Hyphen. In diesem Vorgange sehen Kihlman und de Bary einen sexuellen Act. Hierzu ist zu bemerken, dass trotz der offenen Communication zwischen Schlauch (Trichogyn) und Paracyste, keine der beiden Zellen ihren Inhalt entleert. Auch fehlt der Beweis, dass die Makrocysten erst durch die Copulation ihrer Nachbarzellen zur Bildung der ascogonen Hyphen befähigt worden sind. Eine weitere Schwierigkeit liegt in dem gleichzeitigen Vorhandensein von 6—16 Makrocysten und der Vorstellung, dass zur Erzeugung eines einzigen Apotheciums (hier speciell) 6—16 Befruchtungsacte nothwendig sein sollten. Diese Schwierigkeit sucht de Bary allerdings durch den Hinweis auf Physma zu beheben, wo ja auch mehrere Trichogyne vorhanden sind.

Die erwähnte Hinweisung kann indessen nur so lange eine Berechtigung beanspruchen, als bei Physma selbst der sexuelle Process feststeht. Überhaupt kommen mir die Ausführungen de Bary's über die Homologie der Physmaspermatien und Pyronema-Paracisten etwas gekünstelt vor.

Was geschieht denn bei *Pyronema confluens* gar so besonders? Die Endzellen eines Hyphenbüschels schwellen blasig

---

[1] Tulasne: Selecta fungorum Carpologia III. p. 197, und: Note sur les phénomènes de copulation que présentent quelques champignons. Ann. d. sc. nat. T. VI. p. 217.

[2] DeBary: Über die Fruchtentwicklung d. Ascomyceten. Leipzig 1863.

an. Die grösseren dieser Blasen werden zu Mutterzellen der ascogonen Hyphen und haben in Folge dessen durch längere Zeit einen grösseren Hyphen- und Schlauchcomplex mit Protoplasma und Reservestoffen zu versorgen. Damit dies leichter geschehen könne, setzen sie sich mittelst eigener Hausterien (Trichogynen) mit den benachbarten, sterilen protoplasmareichen Blasen (Parencysten) in Verbindung. Auf diese Weise wird die Function der Makrocysten gesichert und das Protoplasma wandert zuerst aus diesen, später aus den Parencysten in die ascogonen Hyphen. Die letzteren entleeren sich erfahrungsgemäss zulegt.

Ist diese Auffassung der Vorgänge bei der Fruchtanlage von Pyronema nicht einfacher? Zur Unterstützung derselben füge ich noch hinzu, dass die Erscheinungen bei der Fruchtanlage oft beträchtlich variiren. So sah ich z. B. einmal zwei Schläuche aus einer Makrocyste entspringen, ein andermal fand ich zwei Makrocysten, die durch kurze Queräste leiterförmig mit einander verbunden waren. Überhaupt wechselt die Form und Grösse der Cysten, sowie der Ort der Copulation dergestalt, dass ich nicht im entferntesten den Eindruck von sexuellen Vorgängen, sondern nur den von eigenartigen Zellfusionen bekommen habe. Damit will ich jedoch der schönen Arbeit von Kihlman nicht im mindesten nahetreten. Die dort gegebenen Daten mögen ja im Ganzen und Grossen richtig sein, nur scheint mir in der erwähnten Abhandlung manches Detail allzu sehr hervorgehoben und als allzu constant hingestellt worden zu sein. Auch muss man bedenken, dass Kihlman seine Arbeit in dem Strassburger Laboratorium, also gewissermassen sub auspiciis magistri ausgeführt hat und dort schon vor Beginn derselben durch die ganze Atmosphäre von der Befruchtungstheorie präoccupirt worden war. Und trotz allen dem sagt er zum Schluss seiner Ausführungen folgendes: „So berechtigt die Annahme einer sexuellen Function bei Pyronema nach dem oben Gesagten scheinen mag, so muss jedoch daran festgehalten werden, dass sie eben nichts mehr als eine Hypothese ist.“ Da dies auch meine Anschauung ist, so kann ich mit diesem Citat die Bemerkungen über Pyronema schliessen.

Die nächste und letzte Form, welche für die Beurtheilung der Sexualität der Ascomyceten in Frage kommt, ist *Eremascus albus* Eidam. Hier ist der Befruchtungsprocess in seiner einfachsten Form, als Copulation so evident, dass ich über denselben keine Worte weiter verlieren werde. In Folge dieses Umstandes wäre auch die Sexualität bei den Ascomyceten wenigstens für einen einzigen Fall erwiesen, wenn der Ascomycetencharakter des *Eremascus* selbst nicht in Zweifel gezogen werden könnte. Dies ist aber leider der Fall, denn man darf diesen Pilz mit demselben Rechte zu den Mucoriceen, wie zu den Ascomyceten stellen.

Da ich aber mit Brefeld Sporenschlauch und Sporangium nicht für fundamental verschieden halte, so liegt für mich eigentlich die Sache so, als ob der *Eremascus* wirklich einen Sporenschlauch besässe. Was folgt aber aus dieser Annahme für die übrigen typischen Ascomyceten? Offenbar nur die Möglichkeit, dass auch bei diesen der einzelne Ascus (nicht der ganze Fruchtkörper) in Folge eines Befruchtungsprocesses entstehen könnte. Bewiesen wäre aber diese Möglichkeit (für die typischen Ascomyceten) erst dann, wenn ein berindeter *Eremascus*, oder eine ähnliche Form aufgefunden würde. Trotzdem betrachte ich schon jetzt den einzelnen Ascus als Individuum, d. h. als die eigentliche morphologische und physiologische Einheit, während ich den ganzen Fruchtkörper als ein Aggregat von Individuen, als einen Pflanzenstock anspreche, der allerdings in vielen Fällen den Schein der Individualität besitzt. Diese Auffassung von Ascus und Fruchtkörper basirt nicht auf dem *Eremascus*, sondern sie resultirt aus der Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Ein grosser Theil derselben entwickelt sich nämlich aus einem Hyphenknäuel, das durch Neubildung, Fächerung und Streckung bald zu einem ziemlich grossen, soliden Hyphenkörper heranwächst. In dem letzteren entsteht dann eine Höhlung, deren Wand sich später mit dem Hymenium überzieht. Zuletzt erst erfolgt die Ausbildung des Ostiolums und seiner Nebenorgane (Hals, Periphysen, Wimperbesatz etc.). Gestützt auf diese entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen und auf das bekannte

biogenetische „Gesetz“ von Fritz Müller:[1] „die Geschichte des Individuums ist die abgekürzte Stammesgeschichte“ gelange ich zu der Folgerung, dass ein grosser Theil der Ascomyceten von einem Typus abstammt, der die Form eines soliden, rundlichen, allseitig geschlossenen Mycelkörpers hatte. Wenn ich hier das Wort Mycel gebrauche, so denke ich dabei nicht etwa an sterile Hüllhyphen, sondern im Gegentheil an ein fertiles Mycel, aus dem sich je nach Umständen Mikroconidien, Makroconidien oder Sporocysten[2] (Asci) entwickeln konnten. Gewisse Gründe bestimmen mich auch zu der Annahme, dass die Urtypen dieses Theiles der Ascomyceten gleich anfangs polymorph auftraten und dass in den soliden Mycelknöllchen der Urspecies theils Mikroconidien, theils Makroconidien, theils Sporocysten (Asci) vorhanden waren.[3]

Da gegenwärtig eine bestimmte Phase in der Entwicklung der meisten Ascomyceten dadurch markirt wird, dass in dem soliden Hyphenkörper eine Höhlung entsteht, so schliesse ich daraus auf einen ähnlichen Vorgang bei der Entwicklung der Arten, d. h. ich nehme an, dass die nächst höheren Typen, welche sich aus den Urspecies entwickelten, die Form rundlicher Hyphenkörper besassen, deren innere Höhlung (oder Höhlungen) mit einem Conidien- oder Sporocysten - Hymenium bekleidet war. Wahrscheinlich stehen manche der noch jetzt lebenden, kleistogamen Spermogonien, Pycniden und Perithecien ihren hohlkugeligen Stammformen noch ziemlich nahe.

Aus den kleistogamen Formen, mit allseitigem Hymmium und kugeligen Sporenschläuchen, haben sich dann offenbar solche Formen entwickelt, deren Fruchtkörper sich auf eine bestimmte Art öffnete (durch einen Längsspalt sternförmig etc.) und zuletzt erst die mit einem Ostiolum versehenen Arten.

---

[1] F. Müller: „Für Darwin.“ Leipzig 1864.

[2] Ich denke dabei an die Sporocysten der Schleimpilze und stelle mir vor, dass sich bei einem Theil der Ascomyceten die Sporenschläuche aus Zellen entwickelt haben, in denen sich das Protoplasma monerenartig incystirte.

[3] Nach dieser Auffassung gehören die heutigen Tuberaceen und vielleicht auch die Corda'schen Gattungen *Pompholyx* und *Phlyctospora* zu den einfachsten Ascomyceten dieses Stammes.

Die Ausbildung des letzteren, nämlich die des Ostiolums, veranlasste wieder viele und wichtige Anpassungen. Ich rechne hierher die Localisation des Hymmiums die Längsstreckung der Sporenschläuche, den Heliotropismus derselben, den Spritzmechanismus, die Entwicklung der Periphysen, des Halses und des Wimperbesatzes etc.

Von dem kleistogamen Hohlkugeltypus hat sich, ausser den genannten Formen, offenbar sehr frühzeitig, noch eine andere Entwicklungsreihe abgezweigt, welche das Hymenium nicht im Innern, sondern auf der Aussenseite der Hohlkugel entwickelte. Die ältesten der hierher gehörigen Formen besassen nur ein glattes Hymenium und noch keinen Stiel und massen wahrscheinlich nur wenige Millimeter. Die heutigen Morcheln haben sich offenbar durch mannigfache Anpassungen schon sehr weit von den Anfangsgliedern ihrer Entwicklungsreihe entfernt.

Es muss übrigens im Interesse der Wahrheit hier constatirt werden, dass der Entwicklungsgang eines anderen Theiles der Ascomyceten nicht unwesentlich, von dem bisher angegebenen, abweicht. Bei diesem Bruchtheil gewinnt man nämlich den Eindruck, dass der Ascusapparat zuerst entsteht und dieser erst später von einem sterilen Hyphengewebe umwachsen wird.

Besonders auffallend ist diese frühzeitige Entwicklung des ascogonen Apparates bei *Podosphaera*, *Eurotium*, *Ryparobius*, *Ascobolus*, vielen Pazizen etc. Da aber diese Gattungen durch den *Thelebolus* [1] unstreitig mit der Monascusform [2] verbunden sind und der Monascus selbst einen unverkennbaren Mucorcharakter besitzt, so halte ich es für höchst wahrscheinlich, dass sich die Erysipheen, Perisporeen, Ascoboleen, Pezizaceen etc. aus einer sporanginetragenden Form (durch Berindung des Sporangiums) entwickelt haben. Damit gelangen wir, wenigstens bei einem Theile des Ascomycetenstammes, zu einer mucorähnlichen Wurzel; ob aber auch der andere, grössere Theil der Ascomyceten derselben Wurzel entspringt, erscheint mir zweifelhaft, denn alles deutet darauf hin, dass die Fruchtkörperwand bei den meisten Pyrenomyceten nicht als eine blosse sterile, vergäng-

---

[1] Siehe Anmerkung 5, Seite 592.

[2] Ibidem.

liche Hülle, sondern als ein modificirtes Mycel, als ein Thallus aufgefasst werden muss, aus dem je nach Umständen Mikroconidien (in den Spermogodien), Makroconidien (in den Pyceniden) oder Asci (Sporocysten) hervorgehen können. Es wäre übrigens, trotz des Gegensatzes zwischen der sterilen Hülle der Pezizazeen und der fertilen Fruchtwand der Pyrenomyceten, doch möglich, dass beide Reihen eine gemeinsame Wurzel besitzen, denn durch meine Untersuchungen über das *Penicillium crustaceum* und *P. luteum* wurde der Beweis erbracht, dass beide Fruchtkörpertypen in einander übergehen können.

Wie dem auch sei, die eben gemachten phylogenetischen Betrachtungen zeigen zur Genüge, wie weit wir noch von der natürlichen Gruppirung der Ascomyceten und damit von jener Auffassung entfernt sind, welche allein unser Causalitätsbedürfniss befriedigen könnte.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Keimende Spore von *Melanospora leucotricha* Corda. Vergr. 400.

Fig. 2 *a* — *d*. Fruchtkörperprimordien auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Vergr. 400.

Fig. 3. Junge Fruchtkörper vor der Anlage der Sporenschläuche im optischen Längsschnitt. Vergr. 400.

Fig. 4. Ein etwas älterer Fruchtkörper mit den jungen Sporenschläuchen. Vergr. 400.

Fig. 5. Reifes Perithecium. Vergr. 80.

Fig. 6. Der basale Theil von dem in Fig. 4 abgebildeten Fruchtkörper. Vergr. 400.

Fig. 7 *a* — *f*. Entwicklung der Perithecienanlagen, resp. der Mikrosclerotien von *Melanospora fallax* Zukal. Vergr. 400.

Fig. 8 *a*. Ein Mikrosclerotium. Vergr. 400.

Fig. 8 *b*. Reifer Ascus. Vergr. 400.

Fig. 8 *c*. Eine Spore in 3 verschiedenen Lagen. Vergr. 400.

Fig. 9. Ein Mikrosclerotium vor der Entwicklung der Sporenschläuche Vergr. 400.

Fig. 10. Reifes Perithecium im optischen Längsschnitt. Vergr. 50.

Fig. 11 *a—e*. Keimende Sporen von *Sordaria Wiesneri* Zukal. Vergr. 400.
Fig. 12. Das primäre Mycel desselben Pilzes. Vergr. 400.
Fig. 13, 14, 15. Fruchtkörperanlagen. Vergr. 800.
Fig. 16, 17, 18. Junge Perithecien auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Vergr. 400.
Fig. 19. Reifes Perithecium. Vergr. 25.
Fig. 20. Sporenschlauch vor der Ejaculation. Vergr. 400.
Fig. 21. Der Scheitel desselben Schlauches mit der Ringfalte. Vergr. 600.

Tafel II.

Fig. 1. Mycel von *Sporormia minima* mit zahlreichen Anlagen von Mikrosclerotien. Vergr. 400.
Fig. 2 – 6. Entwicklungsgang der Perithecien von *Sp. minima* aus den Mikrosclerotien. Vergr. 400.
Fig. 7. Optischer Längsschnitt durch das jugendliche Perithecium. Vergr. 100.
Fig. 8. Junge Asci mit Paraphysen. Vergr. 400.
Fig. 25. Asci im Zusammenhang mit den Mutterzellen der ascogonen Hyphen. Vergr. 800.
Fig. 9 — 17. Entwicklungsgang der Perithecien resp. der Mikrosclerotien von *Melanospora coprophila* Zukal. Vergr. 400.
Fig. 13. Mycel desselben Pilzes auf alten Mucor mit den ersten Anlagen der Perithecien. Vergr. 400.
Fig. 18. Optischer Längsschnitt durch ein Mikroselcrotium, vor der Entwicklung der ascogonen Hyphen. Vergr. 200.
Fig. 19. Reifes Perithecium von *M. coprophila*. Vergr. 50.
Fig. 20. Reifer Ascus; *a* — *b* Sporen in verschiedener Ansicht. Vergr. 350.
Fig. 21. Zwerghaftes Mikrosclerotium mit zwei Sporenschläuchen im Innern. Vergr. 200.
Fig. 22. Biscuitförmiges Mikrosclerotium, durch Verwachsung zweier In dividuen entstanden. Vergr. 200.
Fig. 23. Tetraedrisches Mikrosclerotium, durch Verwachsung dreier Individuen entstanden. Vergr. 200.
Fig. 24. Typisches Mikrosclerotium. Vergr. 200.

Tafel III.

Fig. 1. Eine Mycelflocke von *Penicillium crustaceum* Lk. mit einigen auffallend verdickten Zweigen, aus deren Verschlingung später das Sclerotium hervorgeht. Vergr. 800.
Fig. 2. Ein kleines Fragment eines Meridianschnittes durch das reife Sclerotium von *P. crustaceum:*
a) Mutterzellen der ascogonen Hyphen.
b) Ascogone im engeren Sinne.
c) Hüllhyphen. Vergr. 1000.

Fig. 3. Conidientragendes Mycelhäufchen von *Penicillium lateum* Zukal. (Plattencultur.) Vergr. 20.

Fig. 4. Mycelhäufchen desselben Pilzes mit einem jungen Fruchtkörper in der Mitte. (Plattencultur.) Vergr. 20.

Fig. 5 *a* — *d*. Schraubig gewundene Initialhyphen der Ascusfrucht von *P. luteum*. Vergr. 800.

Fig. 6 *a* — *c*. Gerade Initialhyphe der Ascusfrucht von *P. luteum*. Vergr. 800.

Fig. 7, 8, 9. Entwicklung der Ascushäufchen. Vergr. 800.

Fig. 10. Junger Ascusfruchtkörper von *P. luteum*, mehrere Initialhyphen einschliessend. Vergr. 400.

Fig. 11. Reife Ascusfrucht des *P. luteum*, im optischen Längsschnitt. Vergr. 400.

Fig. 12. Ascussporen desselben Pilzes. Vergr. 1000.

Tafel IV.

Fig. 1 *a*, *b*. Initialorgane des *Ryparobius pachyascus* Zukal. Vergr. 800.

Fig. 2 *a* und 3. Berindung dieser Initialorgane durch einzelne Hüllhyphen.

Fig. 2 *b* und 2 *c* stellt eine Anlage vor, in der wegen der gleichmässigen Dicke und Krümmung der Hyphen das Initialorgan verwischt erscheint. Vergr. 800.

Fig. 4, 5, 6. Entwicklung des Fruchtkörpers. Vergr. 400.

Fig. 7. Reife Ascusfrucht des *R. pachyascus*. Vergr. 400.

Fig. 8. Einige knotig angeschwollene Hyphen bilden durch ihre Verschlingung die erste Anlage der Apothecien von *Ascophanus sacharinus* Bud. Vergr. 400.

Fig. 9 *a*. Optischer Längsschnitt durch den 2 Tage alten Fruchtkörper desselben Pilzes. Vergr. 400.

Fig. 9 *b*. Derselbe Schnitt durch das Apothecium kurz vor der Anlage der Asci. Vergr. 400.

Fig. 9 *c*. Derselbe Schnitt nach der Anlage der Asci. Vergr. 400.

Fig. 10. Gemmen an den Mycel von *Ryparobius Cookei* Boud. Vergr. 400

Fig. 11. Eine spindelig angeschwollene Mycelzelle des *R. Cookei* mit wirtelig hervorbrechenden Initialorganen. Vergr. 800.

Fig. 12. Eine ähnliche Mycelzelle mit 2 bereits berindeten Primordien des *R. Cookei*. Vergr. 800.

Fig. 13, 14, 15. Zwillingsapothecien von *R. Cookei*. Vergr. 400.

Fig. 16. T-förmige Initialhyphe von *Ascodesmir nigricans* v. Tiegh. Vergr. 800.

Fig. 17. Primordiales Hyphenknäuel von *Asc. nigricans*. Vergr. 800.

Fig. 18. Junges Apothecium desselben Pilzes kurz nach der Anlage des Asci. Vergr. 400.

Fig. 19 *a*, *b*. Sporenschlauch und Paraphyse desselben Pilzes, als Ausstülpungen ein und derselben Hyphe. Vergr. 800.

Fig. 20. Erste Anlage des Apotheciums von *Ascobolus immersus* Pers. Vergr. 400.

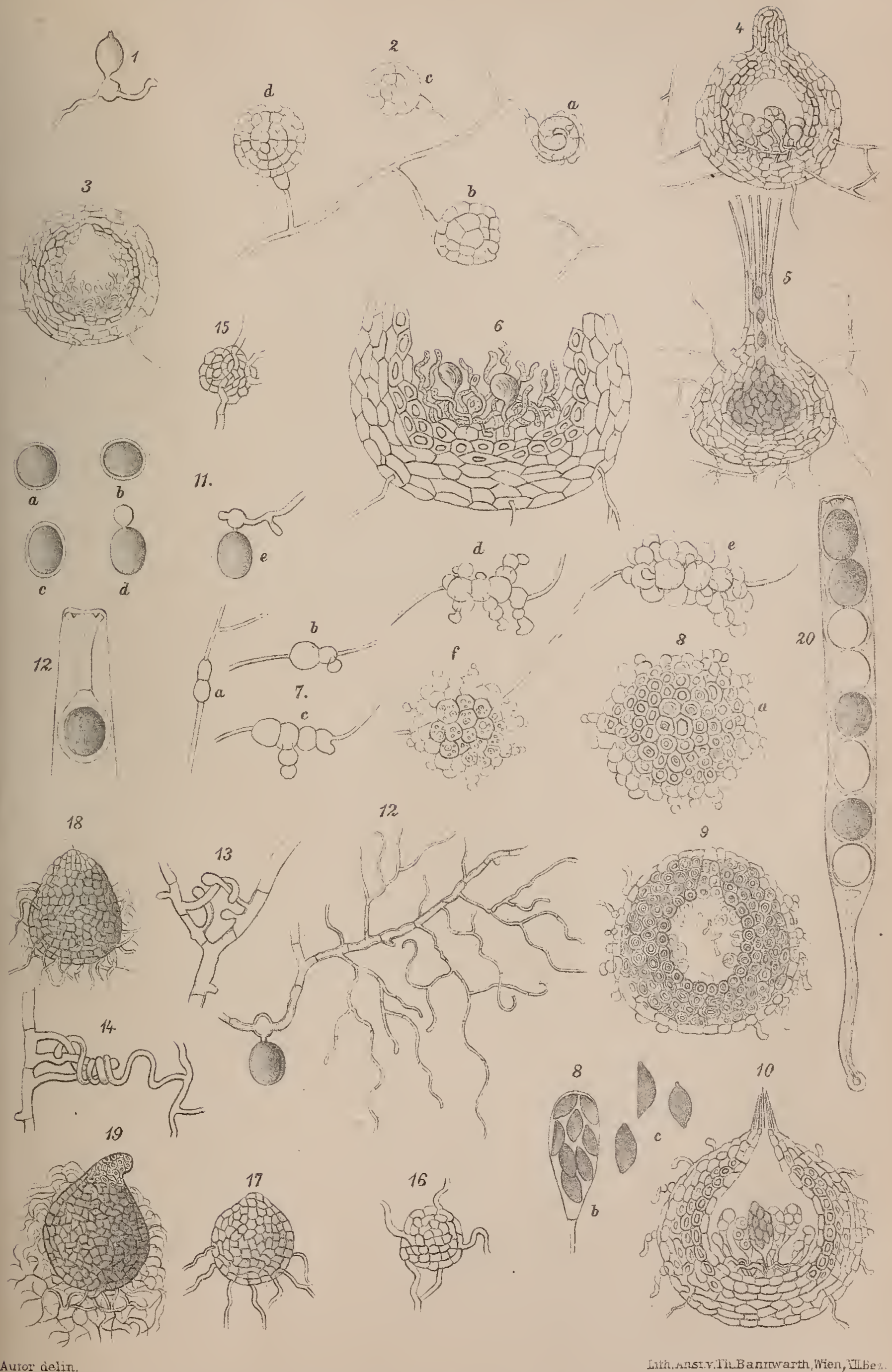
Fig. 21, 22, 23, 24. Entwicklungsstufen desselben Pilzes. Vergr. 400.

Fig. 25. Halbreifer Fruchtkörper desselben Pilzes. Vergr. 25.

Fig. 26. Einige ascogone Hyphen, umstrickt von den dünneren Hyphen des Paraphysensystems. Vergr. 800.

Fig. 27. Eine ascogone Hyphe mit 2 jungen Sporenschläuchen. Vergr. 200.

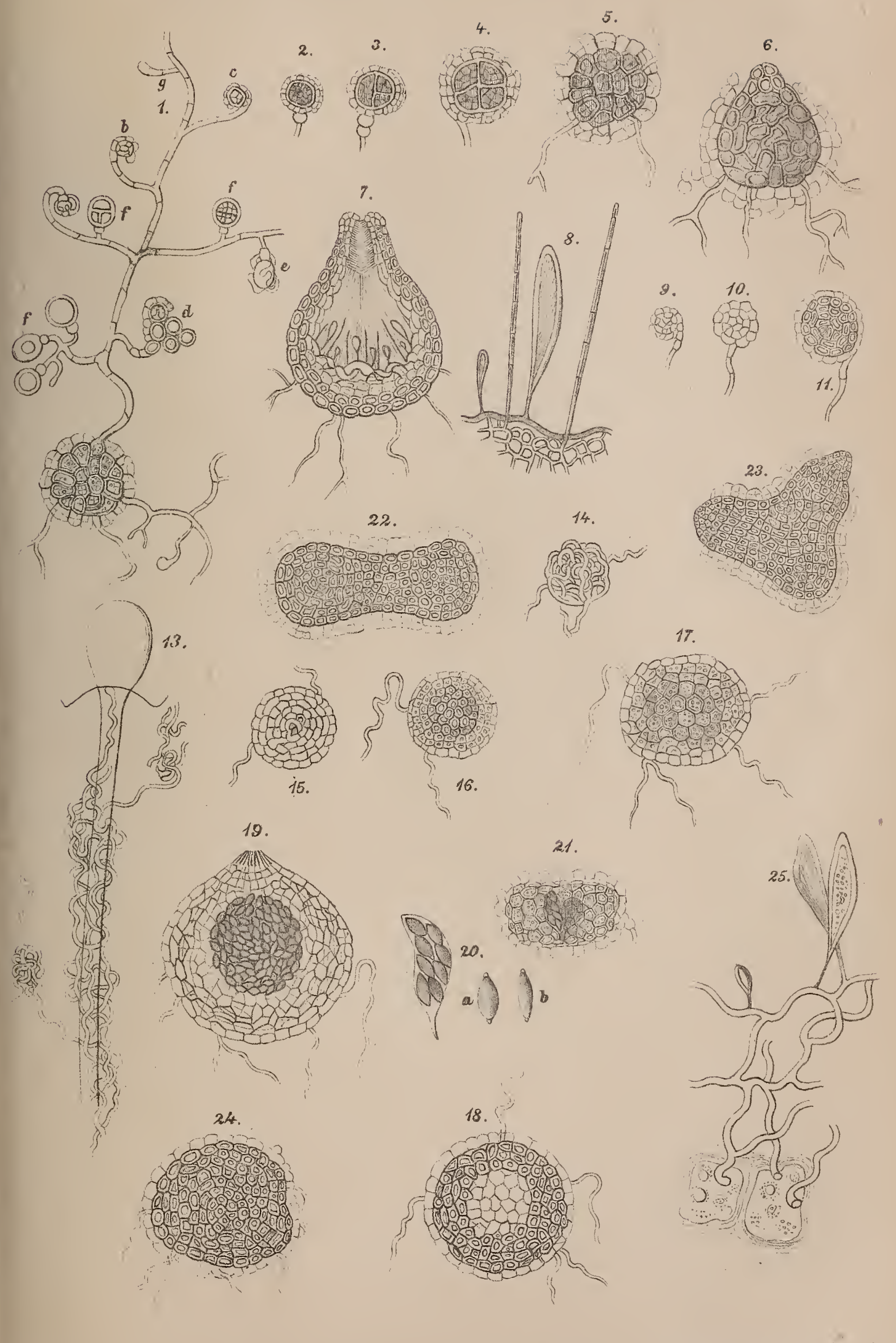




Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.

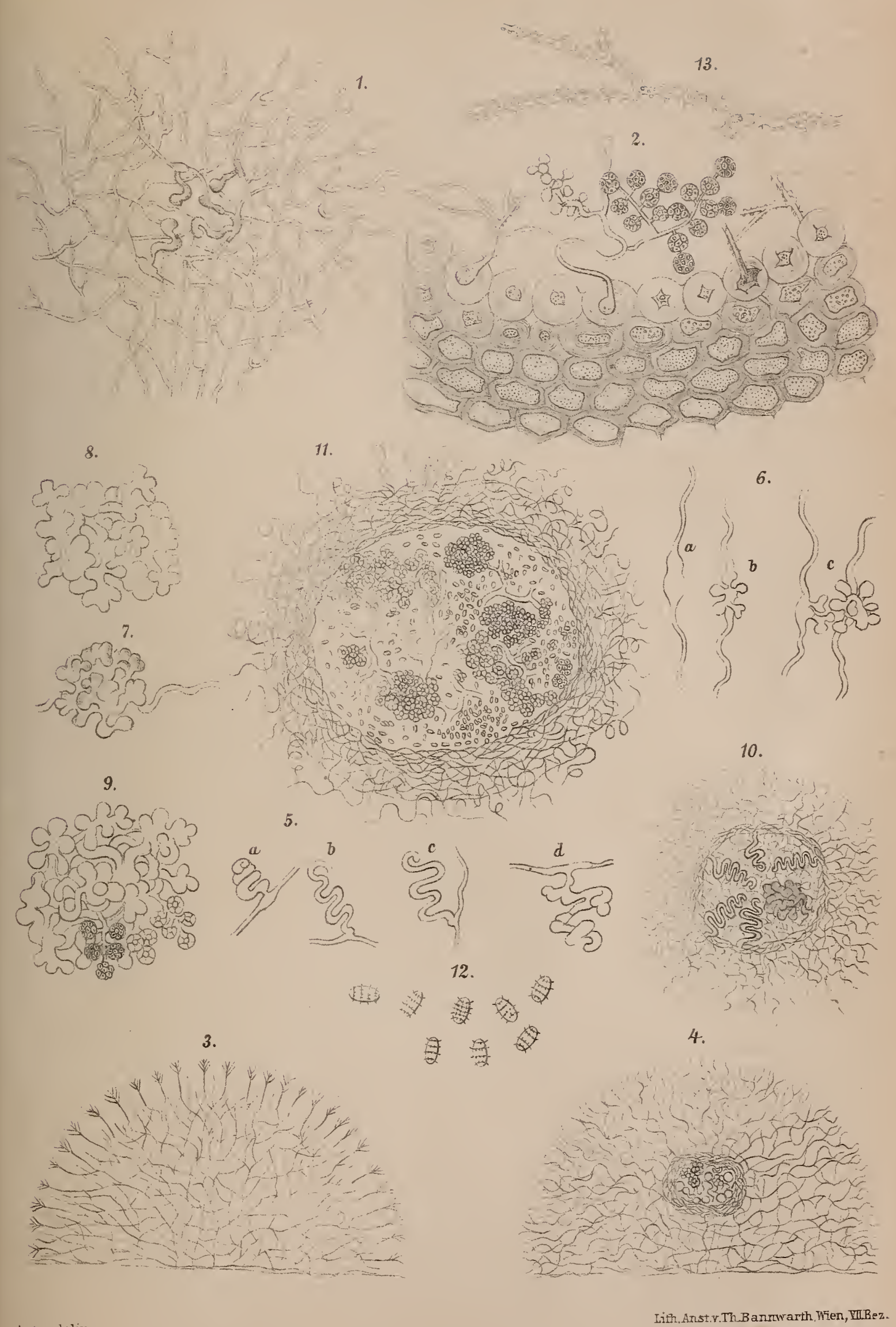




Autor delin.

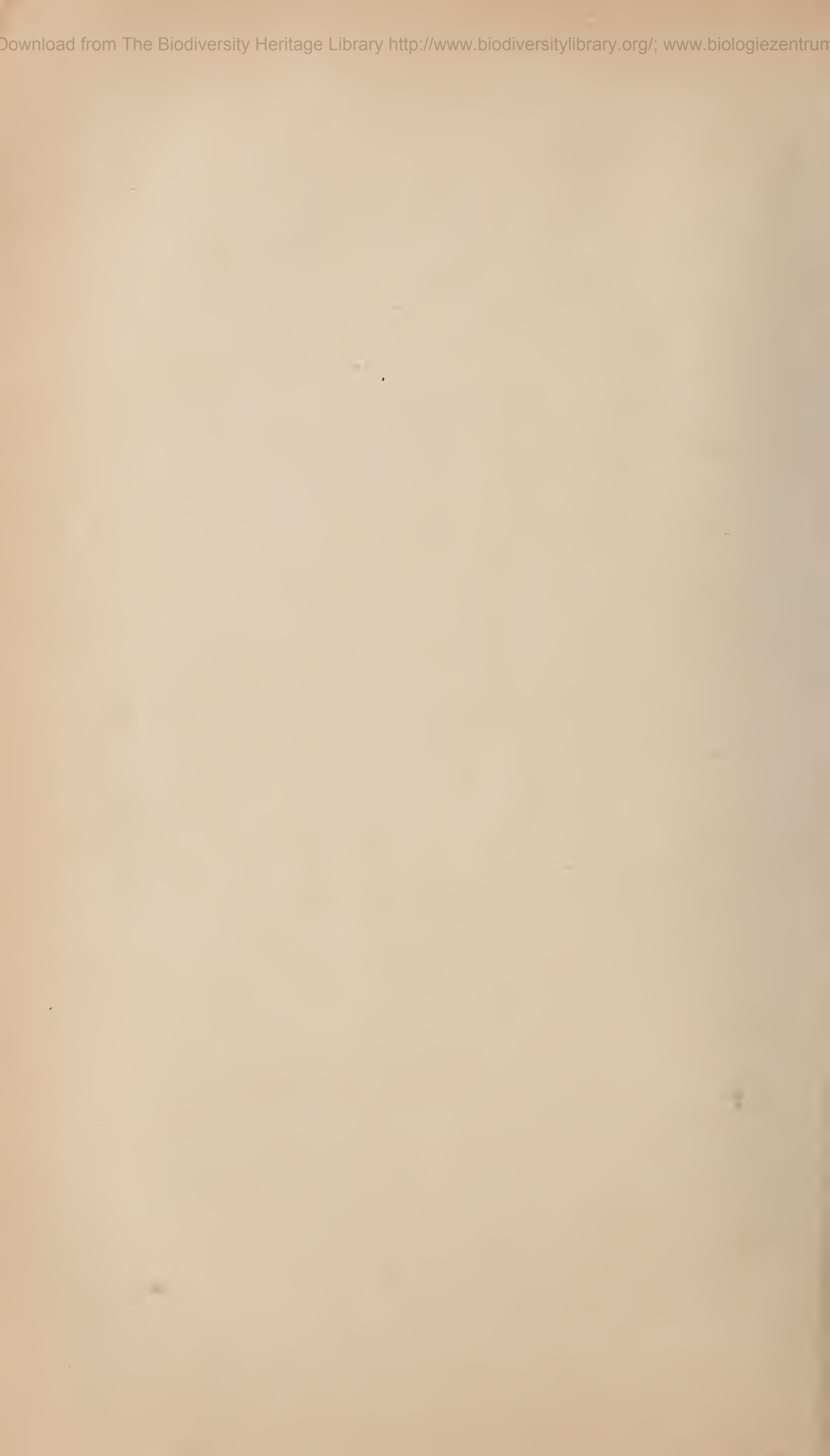
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII Bez.





Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII Bez.



H. Zukal: Penicillium crustaceum Lk. etc. Taf. IV.

Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.